



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AGRICOLA

Diseño de un sistema de producción agroforestal con riego por microaspersión, utilizando la asociación de cultivos perennes y forestales en la zona seca del municipio de Tipitapa.

TRABAJO MONOGRAFICO PRESENTADO POR:

Br. Gloria Lidieth Alvarado Solano
Br. Rodolfo Clemente Rodríguez Ruiz

PARA OPTAR AL TITULO DE:

INGENIERO AGRICOLA

TUTOR:

Dr. Ricardo Rivera Medina

MANAGUA, NICARAGUA
FEBRERO, 2013



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION
DECANATURA

DEC.FTC.REF No. 940
Managua, octubre 25 del 2012

Bachilleres
GLORIA LIDIETH ALVARADO SOLANO
RODOLFO CLEMENTE RODRIGUEZ RUIZ
Presente

Estimados Bachilleres:

En atención a su carta de solicitud de PRORROGA, para finalizar su trabajo de Monografía titulado “DISEÑO DE UN SISTEMA DE PRODUCCION AGROFORESTAL CON RIEGO POR MICROASPERSION, UTILIZANDO LA ASOCIACION DE CULTIVOS PERENNES Y FORESTALES EN LA ZONA SECA DEL MUNICIPIO DE TIPITAPA”,. Esta Decanatura aprueba la misma considerando los problemas planteados en su comunicación.

Deberán presentar concluida su Tesis debidamente revisada por el tutor guía el 31 de enero del 2013.

Esperando de ustedes puntualidad en la entrega de su trabajo final, me despido.

Atentamente,

DR. ING. OSCAR GUTIERREZ SOMARRIBA
Decano

CC: Tutor
Archivo-Consecutivo

Dedicatoria

A Díos:

Por darme el don de la vida, la sabiduría y la fortaleza para lograr así coronar una meta más en mi vida.

A Mís Padres:

Sinforiano Alvarado Luna y Silvia del Carme Solano Fargas por sus buenos consejos y educarme con principios y valores que fueron fundamentales en el transcurso de mi carrera universitaria.

A Mí Esposo:

José Mamerto Méndez Úbeda gracias a su apoyo y motivación que me ha brindado en todo momento para culminar este trabajo monográfico.

A Mís Hijos:

Allyson Lidieth y José Alejandro Méndez Alvarado quienes han sido mi fuente de inspiración que me ha impulsado a alcanzar mis metas.

A Mí Hermano:

Edgar Gadíel Alvarado Solano quien gracias a su compañía me ha alentado en todo el transcurso de mi vida.

Br. Gloria Lidieth Alvarado Solano

Agradecimiento

A Díos:

Por ser mi guía espiritual, por darme la sabiduría, entendimiento y fortaleza en todo momento.

A Mís Padres:

Que sin su apoyo incondicional no hubiese podido culminar con éxito mis estudios.

A Mí Esposo:

Gracias a sus consejos, apoyo y esfuerzo que me ayudaron en mi formación profesional.

A Mís Compañeros:

Quienes me brindaron su amistad y buenos consejos, acompañándome en los buenos y malos momentos en los años que compartimos en la universidad.

A Mís Profesores:

Como una muestra de cariño y agradecimiento, ya que fueron ellos quienes con sus experiencias y consejos contribuyeron a que el día de hoy sea un buen profesional.

A Mí Tutor:

Dr. Ricardo José Rivera Medina, por su comprensión, motivación, conocimientos y el esfuerzo realizado para poder culminar este trabajo.

Br. Gloria Lidieth Alvarado Solano

Dedicatoria

A Mís Padres:

Rodolfo Rodríguez y Josefa Ruiz, por su amor desinteresado, y todo su esfuerzo para lograr mi formación académica así como sus consejos y guía a lo largo de toda mi vida.

A Mí Esposa e Hijas:

A mi esposa Dana Borge y Mís hijas, Fiorella, Javiera y Alejandra a través de las cuales comprendí el valor de los buenos momentos de la vida, por estar siempre conmigo apoyándome, siendo fuente inagotable de alegría, motivación y fortaleza.

Br. Rodolfo Clemente Rodríguez Ruiz

Agradecimiento

A Dios:

Por mostrarme el camino correcto, por nunca abandonarme, por bendecirme infinitamente con una familia amorosa, hermanos insustituibles, amigos francos, Por ser un maestro en mi vida.

A Mis Padres:

Les agradezco a mis padres por haberme enseñado el valor del trabajo, por enseñarme que el único camino para el éxito es el esfuerzo continuo, por enseñarme que no importa caer que lo verdaderamente importante es siempre volver a levantarse.

A Mi Tío Javier.

Gracias por cada minuto de tu vida que dedicaste para compartirlo conmigo.

Dios quiso que te adelantaras pero sé que siempre estás conmigo, pronto nos vemos mi entrañable amigo.

A Mis Hermanos.

A mis Hermanos con los cuales compartimos una niñez formidable a pesar de las adversidades de los tiempos, gracia por demostrarme su amor de mil maneras.

Br. Rodolfo Clemente Rodríguez Ruiz

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en la finca “**Las Tres Flores**” en un área de 10.48 ha, (15 Mz), el propósito del proyecto fue diseñar un sistema de producción agroforestal con riego por microaspersión, utilizando la asociación de cultivos perennes y forestales, el mismo se ejecutará físicamente en una zona donde existe poca vegetación natural, lo cual favorece a que el recurso suelo este constantemente expuesto a las alteraciones del medio ambiente reduciéndose por tanto su fertilidad a causa de la erosión, además de haber poca captación e infiltración de agua que permita una mayor recarga del manto freático.

Para la selección de las especies a utilizar tanto agrícolas como forestales, se trató que estas fuesen compatibles entre sí, con el medio, adaptabilidad a los cambios climáticos, y con alto valor comercial; por lo cual se seleccionó la variedad “Cuerno Enano” para plátano por su calidad exportable y aceptación en el mercado local; al menos 20 líneas clasificadas en “Trinitario Superiores” para cacao, que apuntan al mercado de chocolate fino. Para la selección de las especies forestales se consideró que estas tuvieran un comportamiento apropiado para proporcionar sombra a las plantas de cacao, con arquitectura erecta y demanda comercial maderable, maderas preciosas de color para fabricación de muebles finos y artesanías para la exportación, siendo estas especies caoba, laurel y melina.

El diseño espacial del SAF se llevó a cabo considerando la diversidad de plantas, la disposición de las especies forestales, los marcos de plantación y la densidad de población de cada una de las especies; el diseño se realizó de tal forma que se pudiese conseguir una distribución equilibrada según la arquitectura de cada especie, para evitar en lo menor posible competencia por luz, agua y nutrientes; así mismo se buscó como obtener la proporción de sombra adecuada para el desarrollo del cultivo de cacao.

Para abastecer la demanda de agua del SAF, se utilizará riego por microaspersión, para lo cual se realizó previamente un estudio de las propiedades microfísicas del suelo y condiciones climáticas de la zona, posteriormente se efectuaron los diseños agronómico, hidráulico y geométrico. El microaspersor seleccionado es el modelo Dan 2001, el cual tiene una intensidad de aplicación de 2.57 mm/hr, el tiempo de riego calculado en el diseño agronómico fue de 3.58 hrs por turno de riego; el equipo de bombeo instalado en el área tiene la capacidad de irrigar las 15 Mz en dos turnos, siendo el turno crítico el turno No 2 con un caudal máximo requerido por dicho turno de 151.44 mch.

Así mismo se realizó el análisis de rentabilidad financiera del proyecto, para determinar su factibilidad económica. Para lo cual los beneficios y costos del proyecto se calcularon en términos monetarios, a los precios de mercado vigentes; se tomaron en cuenta todos los costos de ejecución del proyecto, los materiales necesarios para su implementación, financiamiento para la inversión y la recuperación del capital en el tiempo de vida del proyecto. Los costos estuvieron compuestos por inversión en la compra de tierra para la implementación del proyecto, los gastos para la infraestructura de la fuente de abastecimiento de agua (pozo), los costos de la infraestructura del sistema de riego, las herramientas e implementos necesarios para las labores culturales en el sistema agroforestal; otras inversiones en vigilancia, cerca perimetral, mano de obra, administración y

herramientas. Así mismo se determinaron los ingresos de capital a través de los productos cosechados, siendo el cultivo de plátano el primero en generar ingresos y el subsidiario de los gastos de producción del cultivo de cacao y las especies forestales.

Por último se realizó un análisis medio ambiental de la ejecución del proyecto, para lo cual se analizaron los impactos positivos y negativos en la flora y fauna local y aves migratorias.

INDICE

1. GENERALIDADES.....	1
1.1. INTRODUCCION.....	2
1.2. ANTECEDENTES	3
1.3. JUSTIFICACION.....	4
1.4. OBJETIVOS	5
1.4.1. OBJETIVO GENERAL.....	5
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
2. MARCO TEÓRICO	6
2.1. AGROFORESTERIA	7
2.1.1. Manejo y conservación del suelo.....	7
2.1.2. Manejo y conservación de la vegetación.....	8
2.1.3. Servicio ecológico y protección.....	8
2.1.4. Ventajas de un sistema agroforestal	8
2.1.5. Aspectos positivos del sector forestal nacional	9
2.1.6. Actitudes negativas para el desarrollo del sector forestal.....	9
2.1.7. Asociación de cultivos	10
2.2. CULTIVOS.....	11
2.2.1. Cultivo del cacao	11
2.2.2. Cultivo del plátano.....	21
2.3. ESPECIES FORESTALES	28
2.3.1. MELINA.....	28
2.3.2. CAOBA.....	30
2.3.3. LAUREL	32
2.4. TECNOLOGÍA DE IRRIGACIÓN	34
2.4.1. Riego por Microaspersión	34
2.5. EVALUACIÓN FINANCIERA.....	38
2.5.1. Valor presente Neto (VPN)	38
2.5.2. Tasa interna de retorno (TIR)	38
3. METODOLOGIA.....	39
(Materiales y Métodos)	39
3.1. LOCALIZACIÓN	40
3.2. CARACTERÍSTICAS DEL SUELO.....	40

3.3.	CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS	40
3.4.	MÉTODOS	41
3.4.1.	Metodología para el primer objetivo específico	41
3.4.2.	Metodología para el segundo objetivo específico	45
3.4.3.	Metodología para el tercer objetivo específico	46
4.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	47
4.1.	DISEÑO DE PLANTACION AGROFORESTAL	48
4.2.	DISEÑO DEL SUB-BLOQUE AGROFORESTAL	49
4.3.	TIPIFICACION DEL SISTEMA AGROFORESTAL	50
4.4.	PERSPECTIVA DEL DISEÑO AGROFORESTAL.....	51
4.5.	DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO	52
4.6.	ANÁLISIS FINANCIERO DEL PROYECTO.....	54
4.6.1.	Determinación de la inversión	54
4.6.1.1.	Inversión en activos fijos	54
4.6.1.1.1.	Inversión en terreno	54
4.6.1.1.2.	Inversión en infraestructura	54
4.6.1.1.3.	Inversión en equipos	54
4.6.1.1.4.	Inversión en herramientas.....	55
4.6.1.1.5.	Otras inversiones.....	55
4.6.1.1.6.	Inversión total en activos fijos.....	55
4.6.1.2.	Inversión en activos diferidos	56
4.6.1.3.	Capital de Trabajo	56
4.6.1.4.	Inversión total	56
4.6.1.5.	Reinversiones	56
4.6.1.5.1.	Equipo para cosecha	56
4.6.1.6.	Reinversión total	57
4.6.2.	Costos de producción del proyecto	57
4.6.2.1.	Preparación del terreno	57
4.6.2.2.	Costos de insumos.....	57
4.6.2.2.1.	Costo total de insumos	58
4.6.2.3.	Costos de mano de obra	58
4.6.2.3.1.	Mano de obra permanente.....	59
4.6.2.3.2.	Mano de obra temporal	59

4.6.2.3.3.	Costo total de mano de obra	60
4.6.2.4.	Costos de riego y mantenimiento del sistema	61
4.6.2.5.	Costos de producción total	61
4.6.3.	Costos administración	61
4.6.4.	Depreciación de activos fijos y amortización de activos diferidos	62
4.6.5.	Ingresos del Proyecto	62
4.6.6.	Valores de rescate	63
4.6.7.	Estado de Resultados.....	64
4.6.8.	Tasa Mínima Atractiva de Rendimiento (TMAR)	64
4.6.9.	Financiamiento del Proyecto	65
4.6.9.1.	Tasa bancaria para el préstamo al inversionista	65
4.6.9.2.	Amortización del préstamo por medio de cuota nivelada	65
4.6.10.	Flujo de Caja del Proyecto	66
4.6.11.	Evaluación Financiera del Proyecto	67
4.6.11.1.	Valor Actual Neto (VAN).....	67
4.6.11.2.	Tasa Interna de Retorno (TIR)	67
4.6.11.3.	Período de recuperación.....	67
4.7.	ANÁLISIS AMBIENTAL DEL SISTEMA AGROFORESTAL.....	68
5.	CONCLUSIONES.....	69
6.	RECOMENDACIONES	71
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	73
8.	ANEXOS.....	76

1. GENERALIDADES

1.1. INTRODUCCION

La creciente presión sobre el uso del suelo y los recursos naturales debido a la explosión demográfica registrada en muchos lugares del trópico, puede conducir rápidamente a la degradación del suelo, disminuir el rendimiento en los cultivos y provocar la invasión de hierbas difíciles de controlar. Una alternativa eficiente para frenar este proceso, es la explotación de la tierra a través de sistemas agroforestales o agroforestería¹.

La agroforestería es una disciplina reciente que está orientada a la asociatividad de especies leñosas con cultivos agrícolas y manejo de animales. El objetivo de los sistemas agroforestales es reproducir de la mejor manera posible la diversidad de un sistema natural, para mejorar tanto la sostenibilidad como la productividad; por lo cual resulta ser una mejor opción en el uso de la tierra que la agricultura a campo abierto convencional en suelos poco fértiles o marginales².

Los sistemas agroforestales se orientan a permitir actividades productivas en condiciones de alta fragilidad, con recursos naturales degradados, mediante una gestión económica eficiente, alterando al mínimo la estabilidad ecológica, lo cual contribuye a alcanzar la sostenibilidad de los sistemas de producción, mejorando el nivel de vida de la población rural. En consecuencia, persiguen beneficios tanto ecológicos como económicos y sociales, ya que los árboles dentro del sistema agroforestal pueden ofrecer una amplia gama de productos y servicios al agricultor y al medio ambiente.

El presente proyecto de tesis tiene como objetivo principal la formulación de un modelo agroforestal técnica y económicamente viable. A la par de crear un proyecto empresarial, se pretende aprovechar de forma eficiente el uso de la tierra de manera que las plantas leñosas y perennes interactúen biológicamente en el área de cultivo; con el propósito fundamental de diversificar y optimizar la producción para un manejo sostenido. Adicionalmente, se pretende que este proyecto sea capaz de modificar el microclima contribuyendo de esta forma a la protección del medio ambiente de la zona. Para lo cual se propone la asociatividad de un cultivo perenne como el cacao (*Theobroma cacao* L), uno temporal como el plátano (*Musa paradisiaca*) y forestales como: laurel, (*Laurus nobilis* L), melina (*Gmelina arborea* Roxb.) y caoba (*Swietenia macrophylla* G. King).

Se tiene proyectado desarrollar esta plantación en la finca “**Las Tres Flores**” en un área de 10.48 ha, (15 Mz), utilizando riego de microaspersión, esta se encuentra ubicada a 5 km al noreste de la ciudad de Tipitapa del municipio del mismo nombre del departamento de Managua, Nicaragua.

¹ López, 2007

² <http://www.acicafoc.org/wp-content/uploads/TF093115-Marco-de-Manejo-ambiental-21marzo2011-track-comments-SAT-1.pdf>

1.2. ANTECEDENTES

Las primeras referencias de producción de cacao en Nicaragua se sitúan en la zona del pacífico, especialmente en León, Chinandega, Managua, Masaya, Granada, Carazo y Rivas. Debido a la insostenibilidad de la variedad de cacao cultivada por la sensibilidad al ataque de enfermedades y a las condiciones ambientales adversas; además, del advenimiento de cultivos industriales de mayor dinamismo, desplazaron la producción de cacao a la región del trópico húmedo donde las condiciones ambientales favorecieron la obtención de un alto rendimiento productivo, siendo el día de hoy el municipio de Waslala de la Región Autónoma del Atlántico Norte, la zona cacaotera con el mayor volumen de producción del país.

En Nicaragua, al igual que en el resto de América Central, los sistemas agroforestales han existido desde tiempos precolombinos de forma natural. Estos sistemas surgen de la combinación y uso de los recursos naturales, la práctica de la agricultura y el manejo de animales menores. Gran parte de estos sistemas de equilibrio natural han dejado de existir, modificándose y reflejando otra forma de vida³.

En la actualidad, la mayoría de los sistemas agroforestales en el país se utilizan de forma tradicional y se han desarrollado de acuerdo a los recursos que posee el agricultor. Algunos de éstos son el cultivo de café y cacao bajo sombra, cortinas rompe viento, cercas vivas y árboles en potreros, practicándose éstos por lo general sin ningún manejo.

Uno de los países con mayores investigaciones del cultivo de cacao bajo sistemas agroforestales ha sido Colombia. En el 2006, en la Universidad Nacional de Nariño, en San Juan de Pasto, Colombia; se llevó a cabo una investigación de “Almacenamiento y fijación de carbono del sistema agroforestal cacao (*Theobroma cacao* L) y laurel (*Cordia alliodora*) en la reserva indígena de Talamanca, Costa Rica”, encontrando que los máximos incrementos de fijación de carbono en el sistema se presentaron durante los primeros ocho años, comportamiento que coincide con los mayores crecimientos en diámetro de las especies cacao y laurel.

A partir de los análisis documentales, se deduce que este será uno de los primeros proyectos en la zona del pacífico de Nicaragua, que utilizará los beneficios de la agroforestería en la asociación de los cultivos perennes y forestales, para generar un microclima propicio para la producción de cacao con altos rendimientos; además, de ser un proyecto innovador cuyos resultados aportarán información importante en la adaptación y mitigación del cambio climático al contribuir al mejoramiento del microclima de la zona y contribuyendo también a la seguridad alimentaria.

^{3 - 4} Mendieta y Rocha, 2007.

1.3. JUSTIFICACION

Según la Fundación para la Autonomía y Desarrollo de la Costa Atlántica de Nicaragua (FADCANIC), el avance de la frontera agrícola, la actividad ganadera, minera y los incendios forestales consumen una vasta extensión de bosque, año con año. Durante el período de 1990-2005, Nicaragua perdió 1,349, 000 has de bosques, equivalentes a 20.6% de sus áreas boscosas. Esto significó una tasa anual de deforestación de 1.26% y una pérdida de los hábitat de vida silvestre de 16.9%.

La reducción de las áreas boscosas en los ecosistemas tropicales significa pérdida de varios servicios que proveen los bosques. Con el paso del tiempo y la reducción continua de estos servicios, hace que los ecosistemas se vuelvan más vulnerables y tengan problemas para sostener la producción. Además se vuelve notoria la falta de acceso de agua tanto para el consumo humano como para uso agropecuario; además que la calidad del agua se va deteriorando progresivamente. La ampliación de la frontera agrícola, tala excesiva, quemas y desmonte de bosques para la ganadería, son las actividades destructivas más denunciadas por las organizaciones medio ambientales.

El proyecto se ejecutará en una zona donde existe poca vegetación natural, lo cual favorece a que el recurso suelo este constantemente expuesto a las alteraciones del medio ambiente reduciéndose por tanto su fertilidad a causa de la erosión, además de haber poca captación e infiltración de agua que permita una mayor recarga del manto freático. De seguir estas condiciones esta zona se volverá desértica e inhabitable.

Basados en los datos anteriores y considerando los beneficios que los sistemas agroforestales ofrecen al medio ambiente, a la agricultura y a la economía de los sectores más vulnerables del país, evidencia que el uso de esta alternativa de desarrollo sostenible, justifican que este tipo de proyectos contribuyen parcialmente a solucionar esta problemática nacional.

Sin lugar a dudas, la ejecución de este proyecto, mejorará las condiciones medio ambientales de la zona, permitirá el aprovechamiento y uso eficiente de la tierra, de manera que las plantas leñosas y perennes interactúen biológicamente en el área de cultivo; con el propósito fundamental de diversificar y optimizar la utilización de los recursos naturales para aumentar la producción a través de un manejo sostenido. Tomando en cuenta la ley general del medio ambiente y los recursos naturales (Ley N° 127, aprobada el 27 de marzo de 1996), que tiene como objetivo establecer la norma para la conservación, protección, mejoramiento y restauración del medio ambiente.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

- Diseñar un sistema de producción agroforestal con riego por microaspersión, utilizando la asociación de cultivos perennes y forestales, de forma que sean amigables con el medio ambiente.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar el diseño espacial del sistema agroforestal con especies de alto valor comercial compatibles con las condiciones agroecológicas del trópico seco.
- Elaborar un estudio financiero para determinar la inversión, costos de operación e ingresos de la alternativa propuesta, así como su evaluación.
- Realizar el análisis ambiental del proyecto que establezca los impactos en el medio ambiente.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. AGROFORESTERIA

La agroforestería es la producción de cultivos anuales o permanentes, en combinación con especies forestales, en donde se recrean las funciones principales del bosque. Los sistemas agroforestales constituyen una forma para producir sin agotar los recursos (suelo, agua y bosque). En ese contexto, la agricultura convencional es inviable a largo plazo. Solo los sistemas agroforestales bien manejados pueden alcanzar sostenibilidad porque logran controlar los elementos de riesgo alimentario, ya que existe diversidad de productos constantes y ecológicos; dado que la permanencia del equilibrio en la micro fauna, no exige el uso de pesticidas; así también la mano de obra requerida es mínima para el manejo de sistemas establecidos; la migración agrícola es minúscula debido a que la familia puede llegar a satisfacer sus necesidades en espacios menores.

Los sistemas agroforestales se orientan a permitir actividades productivas en condiciones de alta fragilidad, con recursos naturales degradados, mediante una gestión económica eficiente, alterando al mínimo la estabilidad ecológica, lo cual contribuye a alcanzar la sostenibilidad de los sistemas de producción y mejorando el nivel de vida de la población rural. En consecuencia, persiguen objetivos tanto ecológicos como económicos y sociales (Renda, 1997).

La agroforestería es una forma de cultivo múltiple en la que se cumplen cinco condiciones fundamentales:

- Cultivo múltiple
- Entre dos o más especies.
- Al menos una especie leñosa perenne.
- Que las especies interactúan biológicamente.
- Más de dos especies manejadas.

De acuerdo al Centro Agronómico Tropical de Investigaciones y Enseñanza (CATIE, 2001), las funciones de la Agroforestería pueden resumirse de la siguiente manera:

2.1.1. Manejo y conservación del suelo

- Incremento de la materia orgánica a través de la caída de hojarasca, descomposición de raíces y biomasa de poda de árboles y residuos de cosecha.
- Sombreo afecta la descomposición y mineralización de la materia orgánica.
- Transformación de formas inorgánicas de fósforo a formas disponibles para las plantas.
- Redistribución de los cationes potasio, magnesio y calcio en el perfil del suelo.
- Mejoramiento de la agregación/porosidad del suelo (incluye canales de raíces).
- Reducción de la erosión del suelo y de la pérdida de nutrientes.
- Laboratorio natural para la investigación y la enseñanza del manejo y conservación de suelos.

2.1.2. Manejo y conservación de la vegetación

- Reducción de presión sobre los bosques mediante fuentes alternativas para madera, leña, alimentos, etc.
- Condiciones favorables (microclima, suelo, cobertura, etc.) para otras especies vegetales.
- Hábitat y alimento para animales diseminadores y polinizadores (aves, insectos, etc.).
- La sombra en sistemas agroforestales (SAF) reduce el crecimiento de malezas agresivas que pueden competir con el cultivo.
- Fuente de diversidad genética, fundamental para la producción agrícola futura.
- Combate la desertificación y así se promociona la conservación de los recursos vegetales.
- Intercepción y redistribución de la lluvia puede evitar el arrastre de semillas y favorecer la regeneración natural de las especies.
- Mantenimiento del carbono en los ecosistemas terrestres por prevención de mayor deforestación y por la acumulación de biomasa en tierras deforestadas con SAF.
- Paisajes más naturales, armoniosos y agradables que inspiran la arborización y la conservación de la cobertura vegetal.

2.1.3. Servicio ecológico y protección

- Conservación del agua, el suelo y su fertilidad.
- Mejoramiento del microclima para plantas, animales y el hombre (modificación de la incidencia de la radiación solar, la temperatura, la humedad del aire, el suelo y el viento).
- Protección de cultivos, animales y humanos (rompe vientos, fajas protectoras, estabilización de taludes, etc.).
- Control de malezas a través de sombreado y cobertura.
- Servicios ambientales y ecológicos: regulación térmica e hidrológica, fijación de carbono y nitrógeno, provisión de oxígeno, limpieza de atmósferas contaminadas, conservación de la biodiversidad (especies nativas, aves migratorias, hábitat, etc.), un bello paisaje, recreación, ecoturismo.

2.1.4. Ventajas de un sistema agroforestal

Cultivar en sistemas agroforestales tiene las siguientes ventajas:

- Mejor aprovechamiento del suelo.
- Protección del suelo.
- Obtener varios productos en la misma parcela.
- Aumentar los ingresos por la venta de cada uno de los productos.
- Vender los productos de la parcela en diferentes épocas del año.
- Conservar el medio ambiente.

2.1.5. Aspectos positivos del sector forestal nacional

De la manera que se puede visualizar en la actualidad, se pueden mencionar los siguientes:

1. La creación del Instituto Nacional Forestal (INAFOR), como la institución rectora del aprovechamiento y manejo de los recursos forestales nacionales. Su ámbito de acción y sus relaciones con otras instituciones deben estar claramente definidas por la ley.
2. Apoyo internacional al sector forestal, a veces en forma directa a las instituciones del estado, otras veces a través de organizaciones no gubernamentales que promueven actividades forestales en las comunidades.
3. Establecimiento del banco de semillas forestales y mejoramiento genético, siempre se ha considerado que Nicaragua tiene bosques naturales de alto valor genético para suplir las necesidades internas y para exportación de semillas forestales.
4. Establecimiento de plantaciones forestales, aunque no en la cantidad deseable, se ha captado suficiente experiencia para planificar plantaciones a gran escala.
5. Creación de leyes y reglamentos del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP), para la protección de 2, 242,193 hectáreas de las diferentes categorías de manejo, distribuidas en todo el territorio nacional. Actualmente no hay capacidad para aplicar esas leyes y reglamentos, pero se dispone de las herramientas necesarias para garantizar la sobrevivencia de las diferentes especies de flora y fauna.

2.1.6. Actitudes negativas para el desarrollo del sector forestal

1. Degradación del bosque por aprovechamiento selectivo de las especies de mayor valor comercial. Esto ocurrió principalmente en la época de las grandes concesiones forestales, entre 1920 y 1980, pero aún en estos días se practica el corte selectivo de la caoba, aunque aparentemente existe control, porque para el aprovechamiento del bosque se necesita un permiso o un plan de manejo. El problema es que hay control para el aprovechamiento de la madera pero no hay control para la tala del bosque y su transformación a uso agropecuario. Esto ocurre incluso en algunas áreas protegidas por la ley en donde no hay presencia de la autoridad, que por demás, actualmente es imposible esa protección.
2. Quemadas sin control de milpas y potreros que algunas veces se convierten en incendios forestales. En los años de 1997 y 1998 los incendios forestales afectaron a la mayor parte del territorio nacional, al grado que los bosques que antes eran limpios, en la actualidad tienen un sotobosque casi impenetrable.

2.1.7. Asociación de cultivos

La asociación de cultivos es un sistema en el cual dos o más especies vegetales se plantan suficientemente cerca para conseguir determinados beneficios.

Estas técnicas representan una buena alternativa ya que promueven una mayor diversidad biológica, disminuyen el riesgo de pérdida total de la cosecha, mejoran el uso de los recursos naturales y suministran protección contra daños de plagas y enfermedades, ayudando así al productor en los altos costos de los agroquímicos existentes hoy en día. La asociación puede ser una combinación simultánea de árboles maderables con cultivos perennes, tales como café (*Coffea arabica*), cacao (*Theobroma cacao* L), etc., y árboles como por ejemplo: Laurel, (*Laurus nobilis* L), Melina (*Gmelina arborea* Roxb.), Caoba (*Swietenia macrophylla*), etc.

Los beneficios que ofrecen los arboles al ser asociados, es que de ellos se pueden proveer muchos productos tales como: madera, alimento, forraje, leña, postes, materia orgánica, medicina, cosméticos, aceites y resinas entre otras. Por otra parte, estos también son proveedores importantes de servicios como seguridad alimentaria, conservación de suelos, aumento de la fertilidad del suelo, mejora del microclima, cercos vivos para los cultivos y árboles frutales, demarcación de límites, captura de carbono, estabilización de cuencas, protección de la biodiversidad, recuperación de tierras degradadas y control de maleza (ICRAF, 2000).

La experiencia en modelos de cultivos encuentra beneficiosos resultados en la asociación de cultivos en una misma parcela. La combinación de cultivos genera una sinergia positiva que complementa el desarrollo de los alimentos.

Para conseguir asociaciones de cultivos es necesario conocer algunas reacciones y rendimientos de cada especie vegetal, para optimizar los efectos en las poblaciones de insectos y plagas, estimulando aquellas que ocasionen menores daños o mayores beneficios. Una buena asociación de cultivos, puede contribuir a controlar el desarrollo de malas hierbas, o preservar el nivel de nutrientes del suelo y los rendimientos de los cultivos.

La asociación de cultivos o sistemas de policultivos pueden clasificarse en función de los resultados:

- **Asociaciones con efectos comensalíticos:** las especies de cultivo generan una complementación en la cual una de las especies se beneficia por sobre la otra.
- **Asociaciones con efecto amensalístico:** la interacción no produce resultados óptimos e incluso una de las especies se ve afectada negativamente.
- **Asociaciones monopolísticas:** en éste tipo de asociaciones de cultivo una sola especie monopoliza todo el efecto positivo. Mientras la otra se ve afectada negativamente.
- **Asociaciones con efectos inhibitorios:** las más negativas de las asociaciones, en donde la asociación entre cultivos genera un efecto negativo por sobre todas las especies.

2.1.7.1. Beneficios de la asociación de cultivos

Según Núñez (1994, 1996) ha recogido las siguientes ventajas de la asociación de cultivos:

- Reduce las necesidades de la labranza
- Disminuye el uso de maquinaria.
- Evita problemas de compactación del suelo.
- Intercepción de agua más lentamente.
- Se da un lavado de hojas y tallo, los cuales recogen nutrientes para ser incorporados al suelo.
- La infiltración del agua en el suelo es lenta reteniendo la humedad.
- Reducen la intensidad de la luz que llega al suelo.
- Ayudan a reducir la evaporación del sistema agrícola.
- Retienen los suelos, disminuyendo la erosión.
- Mejoran la fertilidad y bioestructura del suelo.
- Añaden materia orgánica continuamente.
- Proporcionan más nutrientes.
- Intercambio de nutrientes más estables.
- El gasto de energía es menor en ese sistema de producción.
- Posibilidades de comercialización son mayores.

2.2. CULTIVOS

2.2.1. Cultivo del cacao

2.2.1.1. Taxonomía

Nombre común: cacao.

Familia: *Sterculiaceae*.

Nombre científico: *Theobroma cacao* L.

Género: Theobroma.

Origen: Trópicos húmedos de América, noroeste de América del sur, zona amazónica.

Variedades: Forastero, Criollo, Trinitario (combinación de los dos primeros).

2.2.1.2. Morfología

- **Planta:** La planta de cacao es de tamaño mediano, aunque cuando crece libremente bajo sombra intensa, puede alcanzar alturas hasta de 20 metros. Tiene un tronco recto que puede desarrollarse de formas muy variadas, según las condiciones ambientales. Por lo general, el cacao tiene su primera horqueta cuando alcanza un metro y medio de altura; en este punto, se desarrollan de 3 a 6 ramas principales a un mismo nivel, estas ramas forman el piso principal del árbol y se distinguen de los demás por ser la parte más productiva de la planta.



Fig. No 1: Árbol de Cacao.

- **Raíz:** Tiene una raíz principal pivotante y tiene muchas secundarias, la mayoría de las cuales se encuentran en los primeros 30 cm de suelo.
- **Hojas:** Son simples, enteras y de color verde bastante variable (color café claro, morado o rojizo, verde pálido) y de pecíolo corto.
- **Flores:** Estas son pequeñas y se producen, al igual que los frutos, en racimos pequeños sobre el tejido maduro mayor de un año del tronco y de las ramas, alrededor en los sitios donde antes hubo hojas. Estas se abren durante las tardes y pueden ser fecundadas durante todo el día siguiente. El cáliz es de color rosa con segmentos puntiagudos; la corola es de color blancuzco, amarillo o rosa, los pétalos son largos y la polinización es entomófila destacando una mosquita del género *Forcipomya*.
- **Fruto:** Contiene diversos tamaños, colores y formas variables, pero generalmente tienen forma de baya, de 30 cm de largo y 10 cm de diámetro, siendo lisos o acostillados, de forma elíptica y de color rojo, amarillo, morado o café. La pared del fruto es gruesa, dura o suave y de consistencia como de cuero. Los frutos se dividen interiormente en cinco celdas. La pulpa es blanca, rosada o café, de sabor ácido a dulce y aromática. El contenido de semillas por baya es de 20 a 40 y son planas o redondeadas, de color blanco, café o morado, de sabor dulce o amargo.

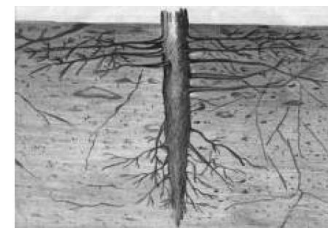


Fig. No 2: Sistema radicular del cultivo de cacao.



Fig. No 3: Hojas del cultivo de cacao.



Fig. No 4: Inflorescencia del cultivo de cacao.

2.2.1.3. Importancia del cultivo de cacao

El cacao es un grano muy apetecido por el mercado exterior, principalmente para la producción de chocolate, también lo utilizan para la fabricación de perfumes, cremas para el cuerpo, pintura de labio y productos medicinales.

En el mercado nacional sus granos son utilizados en la elaboración de refrescos, dulces, caramelos, reposterías, vinos, etc.

El cacao es una fuente importante de minerales como el hierro, magnesio, zinc y fósforo; en este sentido, el cacao y sus productos derivados poseen cualidades beneficiosas para la salud, además de ser un cultivo conservacionista del medio ambiente.

El cacao producido en Nicaragua tiene una excelente calidad, lo cual le permite competir con los grandes productores en los mercados internacionales. A nivel de ferias internacionales en Costa Rica y Alemania se ha confirmado la calidad del cacao nicaragüense; sin embargo, las cantidades disponibles para exportar cacao son insuficientes (Gutiérrez y Alfaro, 2008).

El cacao de Nicaragua se ha revelado entre los mejores del mundo en cuanto a calidad, aroma, sabor, cremosidad, avellanado y buen cuerpo, pero aún falta mucho camino por recorrer para que el país pueda colarse entre las potencias productoras de chocolate y entre las mayores exportadoras de este producto.

El cacao es uno de los productos que cuentan con ventajas comparativas en Nicaragua derivadas de las condiciones naturales para su producción; esto es, las características agroecológicas en términos de clima y humedad, y su carácter de sistema agroforestal

conservacionista del medio ambiente. Además, una porción no despreciable de la producción de cacao se cataloga como de cacao fino y de aroma que la hace deseable para la producción de chocolates finos.

La mayor proporción de la producción de cacao es demandada por la industria local de refrescos y por consumidores finales en los mercados locales, por la cual pagan precios inferiores a los internacionales. El cacao para el mercado local, reciben por lo general un tratamiento postcosecha deficiente que no potencian la calidad genética. En menos proporción, pero en forma creciente, el mercado de exportación para la industria del chocolate, ofrece precios cercanos y superiores a los internacionales. La calidad del producto de exportación es aceptable.

2.2.1.4. Variedad trinitario

La variedad que se utilizará en este proyecto es el trinitario, el cual surge del cruce del cacao criollo y forastero. Las mazorcas pueden ser de muchas formas y colores; las semillas son más grandes que las del cacao criollo y forastero; las plantas son fuertes, de tronco grueso y hojas grandes. En la actualidad la mayoría de los cacaotales que existen en el mundo son trinitarios.

La característica principal de esta variedad, es de ser un árbol híbrido por naturaleza, por el cruce antes mencionado, este fue creado esencialmente por accidente. A principios del siglo 18 en la isla caribeña de Trinidad, la mayoría de árboles criollos que fueron plantados allí por los españoles fueron exterminados. Ciertos expertos dicen que fue causa de un huracán, mientras otros explican que fue debido a enfermedades. Dichos árboles fueron remplazados por árboles forasteros sembrados con semillas provenientes del delta del Orinoco en Venezuela, y con la espontánea polinización cruzada entre los árboles criollos sobrevivientes y los forasteros, dieron pie a la creación de esta 3ra variedad. Se estima que solo el 15% de la producción mundial de cacao proviene de trinitarios. Se reconoce fácilmente por su rojizo exterior, por sus notas afrutadas y aroma vivo y también por tener un delicado sabor amargo y una refrescante acidez como característica principal.

2.2.1.5. Selección del lugar adecuado

La selección de un lugar adecuado para cacao está en función de los factores ecológicos de la zona, tales como clima y suelo.

El hecho de que el cacao sólo se puede cultivar con éxito dentro de zonas de latitud y longitud restringida es un indicativo de los efectos de los factores climáticos sobre el crecimiento, desarrollo y producción.

2.2.1.6. Ecología del cultivo de cacao

Al referirse a la ecología el cacao se limita al estudio del medio ambiente en relación al crecimiento y producción de una planta.

El medio ambiente está constituido por diversos factores de crecimiento que actúan directamente y otros de manera indirecta sobre los procesos fisiológicos de las plantas, como son:

- a) Los factores directos se sub-dividen en atmosféricos y de suelo: Atmosféricos son la temperatura del aire, la lluvia, la velocidad del viento y la luz solar; los del suelo son el suministro de agua, aire, nutrientes, temperatura del suelo, espacio radical y factores adversos.

- b) Los indirectos son la latitud, la altitud, la topografía del terreno, y la precipitación pluvial.

Desde el punto de vista fisiológico, la temperatura y la lluvia son los factores climáticos que sin lugar a dudas pueden limitar la zona para el cultivo del cacao, pues son considerados factores de desarrollo.

Sin embargo, la velocidad del viento, la humedad relativa, la intensidad y horas de luz solar y, finalmente, el suelo, son también de considerable importancia, a tal extremo que en algunas zonas éstos pueden ser los factores limitantes de la producción.

2.2.1.7. Requerimientos Edafoclimáticos⁴

- **Clima:** Los factores climáticos críticos para el desarrollo del cacao son la temperatura y la lluvia. A estos se le unen el viento y la luz o radiación solar. El cacao es una planta que se desarrolla bajo sombra. La humedad relativa también es importante ya que puede contribuir a la propagación de algunas enfermedades del fruto. Estas exigencias climáticas han hecho que el cultivo de cacao se concentre en las tierras bajas tropicales.
- **Temperatura:** La temperatura es un factor de mucha importancia debido a su relación con el desarrollo, floración y fructificación del cultivo de cacao. La temperatura media anual debe ser alrededor de los 25°C. La temperatura para el cultivo de cacao debe estar entre los valores siguientes:

Mínima	23°C
Máxima	32°C
Optima	25°C

- **Agua:** El cacao es una planta sensible a la escasez de agua pero también al encharcamiento por lo que se precisan de suelos provistos de un buen drenaje. Un anegamiento o estancamiento puede provocar la asfixia de las raíces y su muerte en muy poco tiempo. Las necesidades de agua oscilan entre 1500 y 2500 mm en las zonas bajas más cálidas y entre 1200 y 1500 mm en las zonas más frescas o los valles altos.
- **Viento:** Vientos continuos pueden provocar un desecamiento, muerte y caída de las hojas. Por ello en las zonas costeras es preciso el empleo de cortinas rompe vientos para que el cacao no sufra daños, las cuales suelen estar formados por distintas especies arbóreas (frutales o madereras) que se disponen alrededor de los árboles de cacao.
- **Sombreamiento:** El cacao es un cultivo típicamente umbrófilo. El objetivo del sombreamiento al inicio de la plantación es reducir la cantidad de radiación que llega al cultivo para reducir la actividad de la planta y proteger al cultivo de los vientos que la puedan perjudicar. Cuando el cultivo se haya establecido se podrá reducir el porcentaje de sombra hasta un 25 o 30 %. La luminosidad deberá estar comprendida más o menos al 50 % durante los primeros 4 años de vida de las plantas, para que estas alcancen un buen desarrollo y limiten el crecimiento de las malas hierbas.

⁴ Manual del cultivo de cacao, Perú 2004.

- **Altitud:** El cacao crece mejor en las zonas tropicales cultivándose desde el nivel del mar hasta los 800 metros de altitud. Sin embargo, en latitudes cercanas al ecuador las plantaciones se desarrollan normalmente en mayores altitudes que van del orden de los 1,000 a 1,400 msnm.
La altitud no es un factor determinante como lo son los factores climáticos y edafológicos en una plantación de cacao.
- **Luminosidad:** La luz es otro de los factores ambientales de importancia para el desarrollo del cacao especialmente para la fotosíntesis, la cual ocurre a baja intensidad aún cuando la planta este a plena exposición solar.
En la etapa de establecimiento del cultivo de cacao es recomendable la siembra de otras plantas para hacer sombra, debido a que las plantaciones jóvenes de cacao son afectadas por la acción directa de los rayos solares.
Para plantaciones ya establecidas, se considera que una intensidad lumínica menor del 50% del total de luz limita los rendimientos, mientras que una intensidad superior al 50% del total de luz los aumenta.
- **Exigencias en suelo:** El cultivo del cacao requiere de suelos profundos y con abundante materia orgánica, que no sean pedregosos ni endurecidos, con buen drenaje durante el invierno y que conserve la humedad durante el verano; se desarrollan perfectamente en lugares llanos u ondulados en los que se puedan aplicar prácticas agrícolas moderadas.

2.2.1.8. Labores culturales⁵

- **Época de siembra:** En condiciones de selva alta la siembra en terreno definitivo, debe de coincidir con las épocas de mayor precipitación.
- **Preparación del suelo:** Si se parte de un terreno de montaña, se deben realizar las labores de desmonte parcial, tala y limpieza del terreno para lograr un 50% de luminosidad; los árboles que pueden cumplir funciones de sombra temporal o permanente, se deben dejar. Posteriormente se debe realizar el trazado, estaquillado y apertura de hoyos, el encalado y abonamiento y por último la siembra de la planta de cacao.
- **Siembra:** Una vez que está listo el terreno, se trasladan con mucho cuidado las plantas que han sido seleccionadas para evitar daños. Para lograr que el establecimiento sea efectivo antes de acomodar la planta en el hoyo se debe de quitar la bolsa, la planta debe de quedar a nivel del suelo (ni muy adentro del hoyo, ni muy afuera), la planta debe de quedar verticalmente y por último se debe de compactar bien la tierra alrededor de la planta para evitar la acumulación de agua.
- **Control de malezas:** El propósito de eliminar las malas hierbas, es reducir la competencia por luz, agua y nutrientes, con ello también evitamos que los bejucos se enrollen sobre las plantas de cacao y las doblen. Durante los primeros 3 años, es

⁵ Guía técnica El Cultivo de Cacao

necesario realizar tres limpiezas cada año, dependiendo del tamaño que tengan las malezas. El proceso de deshierba debe ser selectivo, es decir que se deben de eliminar las malezas que realmente hacen competencia con el cultivo, dejando las que no perjudican para garantizar una buena cobertura al suelo. En la medida en que el sistema agroforestal va teniendo más sombra y se producen más hojarascas, el crecimiento de malezas disminuye.

- **Poda:** La poda es una práctica de manejo que consiste en eliminar ramas mal formadas, entrecruzadas y mal dirigidas, así como las partes enfermas y muertas del árbol de cacao; la cual se realiza para mantener una forma adecuada del árbol, permitir la entrada de luz y aire, controlar el crecimiento y desarrollo de ramas productivas, facilitar labores de manejo en el cultivo y disminuir la presencia de plagas y enfermedades.

Los tipos de poda que se realizan en las plantaciones de cacao son:

- a. Poda de formación:** esta se realiza a partir del primer año de edad de la plantación hasta que empieza la producción de cacao.
 - b. Poda de mantenimiento:** es recomendable realizarla 1 ó 2 veces por año, después de la cosecha.
 - c. Poda de rehabilitación y saneamiento:** Por lo general se realiza en plantaciones de cacao abandonadas, que no han tenido manejo en varios años y sirve para recuperar su capacidad productiva.
- **Manejo de la sombra:** El control adecuado de la sombra es muy importante para obtener buenos rendimientos en el cacao; en la sombra temporal de plátano se deben quitar las hojas que están muy abajo y las que están secas, se deben de eliminar los hijos para evitar la formación de macolla. La sombra permanente debe podarse de 1 a 2 veces al año, cortando sobre todo las ramas que salen muy abajo para garantizar un tronco recto y liso.
 - **Fertilización:** Todas las aplicaciones de fertilizante deben de realizarse conforme a los resultados de los análisis de suelos, siguiendo las indicaciones de los técnicos del laboratorio, y tomando en cuenta las precipitaciones que provean de la humedad necesaria para la dilución de los fertilizantes.
 - **Cosecha:** La cosecha de los frutos de cacao se realiza cuando la mazorca cambia de color o cuando al golpearla con la mano se escucha un sonido hueco, indicando que el fruto está maduro y listo para ser cosechado.
El corte de los frutos debe realizarse hacia arriba utilizando herramientas bien afiladas lo más cercano al fruto, evitando dañar los cojines florales. La quiebra de las mazorcas se puede realizar con un machete corto, con un mazo o con un golpe, procurando no dañar las semillas para garantizar su calidad. Este momento lo podemos aprovechar para eliminar granos enfermos o podridos y posteriormente se trasladan las almendras en costales hacia los fermentadores. Las mazorcas pueden permanecer sin quebrarse hasta tres días después de cortadas, esto permitirá que los jugos de la pulpa se concentren y faciliten la extracción de las almendras en el proceso de fermentación.

- **Manejo post-cosecha:**

- a. Fermentación:** Se produce cuando las semillas que están amontonadas en los fermentadores, se enchican y empiezan a soltar la baba. El tiempo de fermentación dura entre 5 y 6 días. Cuando este proceso se realiza adecuadamente, se obtienen granos o almendras de calidad con color café rojizo que tienen el sabor y el aroma típico del chocolate.
- b. Secado:** Es el proceso donde el grano pierde humedad, si se quiere un producto de buena calidad, es necesario que el secado se realice poco a poco. Por eso, en el primer día, los granos se ponen a orear en las horas más frescas para que termine la fermentación, continuando por 5 o 6 días más dependiendo de la cantidad de sol; de esta manera, se garantiza que el grano tenga buena forma, olor y sabor al finalizar el proceso de secado.
- c. Almacenamiento:** El almacenamiento consiste en guardar los granos de cacao en condiciones adecuadas para conservar su calidad y evitar perder todo el producto. Para ello, antes de empacar los granos se debe de dejar enfriar por un día para evitar que se suden y se pudran; el almacenamiento debe realizarse en un lugar bien cerrado para evitar que entren olores fuertes, ya que al cacao seco fácilmente se le pegan los olores y por último se deben de supervisar cada semana los sacos almacenados para evitar daños ocasionados por ratones, insectos y hongos.

2.2.1.9. Plagas del cultivo de cacao⁶

El combate de los insectos se debe hacer especialmente y con severidad en el semillero y en el vivero, pues en estos lugares tienen poca importancia los insectos beneficiosos y, como el área de aplicación es restringida, no afecta las zonas de producción. Las plantitas deben salir al campo libre de insectos o daños ocasionados por ellos. Para combatir las plagas en el vivero es recomendable establecer un programa preventivo de sanidad. Quizás lo más práctico es hacer tratamientos semanales y, si no hay problemas severos, pueden distanciarse los tratamientos a dos o tres semanas. Los problemas con defoliadores, escolítidos, áfidos y trips se pueden combatir aplicando químicos de amplio espectro, tales como methomyl (Lannate), endosulfan (Thiodan), oxydemeton-methyl (Metasystox-R) u otros productos. Se debe tomar la precaución de alternar productos de vez en cuando, para no favorecer el aumento de una plaga menos susceptible a uno de los productos y para disminuir la posibilidad de crear resistencia. Si aparecen problemas con arañas, es recomendable incluir un acaricida como dicofol (Kelthane) tetradifon (Tedion) u otro producto específico para *Tetranychidae*. Del mismo modo si aparecen problemas graves de cortadores y otras plagas en el suelo, hay que aplicar insecticida al suelo alrededor de las plantas. Los productos utilizados para combatir cortadores son: phoxim (Volaton), carbofuran (Furadan), methomyl (Lannate) y otros insecticidas usados para combatir este tipo de plagas.

Las mismas plagas pueden atacar plantas jóvenes en el campo y a veces es necesario combatirlas especialmente durante las primeras etapas de establecimiento. Pueden ser utilizados los mismos productos y métodos anteriormente descritos.

⁶ <http://www.infoagro.go.cr/agricola/tecnologia/cacao/pyenfermedades.htm>

Cuadro No 1: Plagas que afectan al cultivo de cacao.

Ítem	Nombre	Daños Causados	Control
1	Áfidos (<i>Toxoptera aurantii</i> , <i>Aphis gossypii</i>)	Atacan los brotes, las hojas y las flores; también atacan los frutos jóvenes los cuales, cuando no tienen semillas, pueden haberse desarrollado por estímulo del ataque de los insectos a la flor (partenocárpico). Es muy común encontrarlos en plantas jóvenes hasta los 6 y 7 años de edad.	Se pueden combatir con Thiodan o Metasystox R. La aplicación sólo se debe repetir cuando sea necesario.
2	Ácaros	Arañitas, habitualmente de color rojo o café, que se localizan en el envés de la hoja. Atacan los brotes jóvenes, especialmente en el vivero. Producen atrofia, malformación y defoliación de los brotes terminales.	Los daños se pueden combatir con Kelthane, Metasystox-R o con Tedion. Antes de hacer las aspersiones es recomendable podar y quemar los brotes afectados.
3	Cápsidos de Cacao o Monalunion (<i>Monalunion braconoides</i>)	Dañan las mazorcas y las yemas terminales; provocan deformaciones en las mazorcas, al atacarlas y poner sus huevos. El daño principal es la muerte regresiva de las ramitas.	El combate debe hacerse en forma muy cuidadosa y oportuna. No se conoce muy bien el combate biológico de estos insectos. Se puede combatir con Sevin y diazinon.
5	Salivazo (<i>Clastoptera globosa</i>)	Es un insecto que ataca principalmente a las flores y puede secarlas. Cuando hay un ataque fuerte puede haber mucha destrucción de flores y cojines florales; ataca también los brotes terminales.	Se combate con Metasystox-R.
6	Chinches	Hay varios tipos de chinches. Pueden transmitir enfermedades y en algunos lugares se los considera como transmisores de la Moniliasis. Viven en colonias, en el pedúnculo de la mazorca, provocando lesiones parecidas a chancros o llagas oscuras de poca profundidad.	Se pueden combatir con Metasystox-R.
7	Barrenador del tallo (<i>Cerambycidae</i>)	Hay dos tipos. El ataque de la mayoría de estos insectos es un ataque secundario. Algunas especies pueden matar las plantitas cuando éstas son jóvenes (menores de un año de edad). La hembra raspa la corteza tierna en la parte terminal y pone sus huevos. Al desarrollarse las larvas, penetran en el tallito y se alimentan internamente, formando pequeñas galerías; alcanzan su estado de pupas después de varios meses, provocando la muerte de las plantitas o las ramas afectadas.	Se combate con Thiodan.

8	Gusanos medidores o gusanos defoliadores	Son larvas de Lepidópteros que atacan generalmente el follaje tierno y causan mucha destrucción en éste. Su daño es parecido al de la hormiga, pero se puede identificar por la forma del corte. El daño es más acentuado en la parte intervenal de la hoja. También se pueden incluir aquí los gusanos esqueletizadores que perforan las áreas intervenales y solamente dejan secas las venas de las hojas.	Se les combate con Sevin.
9	Zompopas y hormigas	Defolian las plantas cortando porciones semicirculares típicas, fácilmente identificables; una planta joven puede ser completamente defoliada en poco tiempo.	Las hormigas se pueden combatir atacando los nidos y destruyendo los sitios de alimentación que ellas producen en los lugares de habitación. Las aplicaciones deben hacerse durante días secos para evitar pérdidas de material.
10	Trips	Se les considera como insectos beneficiosos que ayudan a la polinización del cacao, aunque en forma poco eficiente. Cuando se localizan en las hojas y su ataque es fuerte, éstas dan la apariencia de secas o quemadas y caen fácilmente. Cuando atacan los frutos, éstos presentan un matiz herrumbroso, lo que impide la identificación de la madurez de las mazorcas.	Se pueden combatir con Metasystox cuando se nota que los insectos están formando colonias.
11	Barrenadores del fruto del grupo Marmara	Las hembras ponen los huevos en los frutos inmaduros y las larvas hacen galerías dentro de ellos, provocando una coloración pardo oscuro o café oscuro que invade parcial o totalmente la mazorca.	Se combate con Lannate.
12	Crisomélidos	Pequeños coleópteros de colores brillantes. Existen muchas especies que atacan al cacao. La mayoría son plagas nocturnas de las hojas tiernas, a las que hacen unos pequeños huecos. También pueden causar daño en los frutos, formando lesiones superficiales, que pueden servir como puertas de entrada para algunas enfermedades, aunque por sí mismas no causan pérdidas de mazorcas.	Se combaten con Sevin y Thiodan.
13	Escolitidos	Hay muchas especies que atacan los troncos de cacao haciendo túneles. Algunas especies han sido relacionadas con la enfermedad llamada Mal de machete, la mayoría pertenece al género <i>Xyleborus</i> . Casi todos son insectos perforadores secundarios, que atacan troncos previamente afectados. Se puede notar	Se combaten con Sevin y Thiodan.

		acumulación de aserrín al pie de los árboles atacados por alguna especie de estos insectos.	
14	Joboto (<i>Phyllophaga</i> sp.)	Las larvas de estos escarabajos pueden presentar un problema, especialmente cuando se hace un vivero en el suelo y el lugar estuvo anteriormente cultivado con maíz u otras gramíneas. Provocan daños a las raíces. Se conoce poco de estos insectos en las áreas tropicales.	Se puede combatir con algunos insecticidas organofosforados.

Fuente: <http://www.infoagro.go.cr/agricola/tecnologia/cacao/pyenfermedades.htm>

2.2.1.10. Enfermedades del cultivo de cacao

Cuadro No 2: Enfermedades del cultivo del cacao.

Ítem	Nombre	Daños Causados	Control
1	La mazorca negra	Esta es la enfermedad más importante del cacao en todas las áreas cacaoteras del mundo; causada por hongos del complejo <i>Phytophthora</i> , es responsable de más pérdidas en las cosechas que cualquier otra enfermedad existente en la región. Aunque el hongo puede atacar plántulas y diferentes partes del árbol de cacao, como cojines florales, chupones, brotes, hojas, ramas, tronco y raíces, el principal daño lo sufren las mazorcas.	La enfermedad puede ser combatida mediante técnicas culturales, el uso de fungicidas y el uso de cultivares resistentes.
2	Mal del machete	Causada por el hongo <i>Ceratocystis fimbriata</i> destruye árboles enteros. El hongo siempre infecta al cacao por medio de lesiones en los troncos y ramas principales y puede matar a un árbol rápidamente. Los primeros síntomas visibles son marchitez y amarillamiento de las hojas y en ese momento el árbol en realidad ya está muerto. En un plazo de dos a cuatro semanas la copa entera se seca, permaneciendo las hojas muertas adheridas al árbol por un tiempo.	El Mal de Machete se disemina fácilmente por medio de herramientas contaminadas, durante la poda y la recolección, de manera que cuando se realizan estas operaciones en zonas donde existe la enfermedad, todas las herramientas deben desinfectarse al pasar de un árbol a otro. Es también importante evitar daño innecesario a los árboles durante las labores de limpieza, poda y remoción de chupones. Las ramas infectadas o los árboles enteros, muertos por la enfermedad, deben retirarse del cacaotal y quemarse.
3	Las bubas	Se caracterizan por un abultamiento y crecimiento anormal de los cojines florales. Aunque se han identificado cinco tipos diferentes de bubas, solamente dos son importantes: la buba de puntos verdes, causada por el hongo <i>Calonectria</i> (<i>Fusarium</i>) <i>rigidiuscula</i> , y la buba floral, cuyo agente causal se desconoce. Las pérdidas ocasionadas por las bubas son difíciles de evaluar, pero pueden ser	La única forma de combate conocida es el uso de cultivares resistentes.

		grandes debido a que los cojines florales atacados por la enfermedad no forman flores ni mazorcas.	
4	La Moniliasis	<p>También conocida como Pudrición acuosa, Helada, Mancha Ceniza o Enfermedad de Quevedo, está causada por el hongo <i>Monilia</i> (<i>Moniliophthora</i>) <i>roreri</i> E. (C. y P.).</p> <p>La enfermedad ataca solamente los frutos del cacao y se considera que constituye uno de los factores limitantes de mayor importancia en la producción de esa planta. Puede provocar pérdidas que oscilan entre un 16 y 80% de la plantación. La severidad del ataque de la <i>Monilia</i> varía según la zona y época del año, de acuerdo con las condiciones del clima. Aparentemente las temperaturas altas son más favorables para la diseminación de la <i>Monilia</i>.</p>	<p>Para el combate de la enfermedad se ha recomendado un manejo de la sombra que permita un mayor paso de luz y una mayor aireación para reducir la humedad ambiente, realizar podas periódicas, cosechar los frutos maduros periódicamente, evitar el encharcamiento del cultivo y eliminar los frutos afectados enterrándolos, tratando de no diseminar las esporas del hongo por la plantación.</p>

Fuente: <http://www.infoagro.go.cr/agricola/tecnologia/cacao/pyenfermedades.htm>

2.2.2. Cultivo del plátano

2.2.2.1. Taxonomía

Familia: *Musaceae*

Origen: Región indo malaya

Género: *Musa*

Nombre común: Plátano, Banano, Banana o guineo

Nombre científico: *Musa paradisiaca* L

2.2.2.2. Morfología

- **Planta:** Es herbácea perenne gigante, con rizoma corto y tallo aparente, que resulta de la unión de las vainas foliares, cónico y de 3,5-7,5 m de altura, terminado en una corona de hojas.
- **Raíces:** Son de color blanco, tiernas cuando emergen y amarillentas y duras posteriormente. Su diámetro oscila entre 5 y 8 mm y su longitud puede alcanzar los 2,5-3 m en crecimiento lateral y hasta 1,5 m en profundidad. El poder de penetración de las raíces es débil, por lo que la distribución radicular está relacionada con la textura y estructura del suelo.
- **Tallo:** El verdadero tallo es un rizoma grande, almidonoso, subterráneo, que está coronado con yemas, las cuales se desarrollan una vez que la planta ha florecido y fructificado. A medida que cada chupón del rizoma alcanza la madurez, su yema terminal se convierte en una inflorescencia al ser empujada hacia arriba desde el interior del suelo por el alargamiento del tallo, hasta que emerge arriba del pseudotallo.
- **Hojas:** Se forman en el interior del pseudotallo y emerge enrollada en forma de cigarro. Son hojas grandes, verdes y dispuestas en forma de espiral, de 2-4 m de largo y hasta 1,5 m de ancho, con un peciolo de 1 m o más de longitud y un limbo elíptico alargado, ligeramente decurrente hacia el peciolo, un poco ondulado y glabro. Cuando son viejas se rompen fácilmente de forma transversal por el azote del viento.

- **Flores:** Posee flores amarillentas, irregulares y con seis estambres, de los cuales uno es estéril. El gineceo tiene tres pistilos, con ovario ínfero, el conjunto de la inflorescencia constituye el régimen de la platanera; cada grupo de flores reunidas en cada bráctea forma una reunión de frutos llamada mano, que contiene de 3 a 20 frutos.
- **Fruto:** Presenta forma de baya oblonga. Durante el desarrollo del fruto éstos se doblan geotrópicamente, según el peso de este, determinando esta reacción la forma del racimo. Los plátanos son polimórficos, pudiendo contener de 5-20 manos, cada una con 2-20 frutos, siendo su color amarillo verdoso, amarillo, amarillo-rojizo o rojo. La mayoría de los frutos de la familia de las Musáceas comestibles son estériles, debido a un complejo de causas, entre otras, a genes específicos de esterilidad femenina, triploidía y cambios estructurales cromosómicos, en distintos grados.

2.2.2.3. Importancia del cultivo de plátano

El plátano es muy importante, desde el punto de vista de seguridad alimentaria, ya que es parte de la dieta diaria en la gastronomía nicaragüense, este posee una excelente fuente de nutrientes, principalmente hidratos de carbono, fibra y potasio.

Este cultivo es uno de los más importantes del mundo, después del arroz, el trigo y el maíz. Además de ser considerado un producto básico y de exportación, constituye una importante fuente de empleo e ingresos tanto en el país, como en la mayoría de los países en desarrollo.

El consumo nacional de plátano es bajo, debido a la cultura de utilizar como bastimento la tortilla de maíz, utilizándose únicamente como tostones, cocido o procesado, llegando a un consumo por persona de 9 gr al día.

El plátano es notoriamente consumido en Nicaragua y la Región Centroamericana, en estos últimos años el país ha estado logrando autosatisfacer la demanda nacional que no está calculada técnicamente. En Primer lugar los más grandes consumidores de las musáceas son las familias rurales, seguidos por los hogares urbanos, restaurantes, negocios gastronómicos informales entre otros.

2.2.2.4. Variedad cuerno enano⁷

La planta tiene una altura promedio de 2.50 – 3.00 m, que la hace más resistente al acame, causado por el viento. Posee un pseudotallo grueso, con un diámetro mayor de 0.25 m con abundantes hojas anchas. Racimos cortos, con un promedio de 40-42 frutos y un peso promedio de 13.0 kg; los frutos tienen una longitud promedio de 24.6 cm y un diámetro de 5.7 cm, poseen muy buen sabor y son de excelente calidad. El período de floración a cosecha es de 80 - 85 días. La cosecha se inicia entre 10-11 meses después de la siembra.

⁷ Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. CENTA, 2002.

2.2.2.5. Requerimientos Edafoclimáticos⁸

- **Altitud:** El plátano es una planta adaptada a regiones tropicales que poseen un clima húmedo y cálido. La altitud apta para su siembra es de 0 a 400 msnm, moderado de los 400 a 800 msnm y no apto mayor a los 800 msnm.
- **Temperatura:** La temperatura óptima para el desarrollo del cultivo es entre los 20 y 30 °C, la moderada de 30-35 °C y no apto inferior a 20 y mayor a 35 °C, ya que se produce un retardo en el desarrollo fisiológico de la planta, se retrasan la cosecha y la emergencia del brote o hijuelo.
- **Precipitación:** Debido a la naturaleza herbácea de la planta, su amplia superficie foliar y su rápido crecimiento, requiere de grandes cantidades de agua para su adecuado desarrollo. Se recomienda sembrar el plátano en aquellas zonas cuya precipitación oscila entre 1800 y 3600 mm de promedio anual, la moderada oscila entre 1200 a 1800 y 3600 a 4600 mm y la precipitación no apta es menor a 1200 mm y mayor a 4600 mm anuales.
- **Vientos:** Por la naturaleza, de la planta, (sus hojas laminares y su sistema radical superficial), el viento es un factor que se debe considerar al momento de establecer una plantación. No se recomienda establecer plantaciones en aquellas áreas que estén expuestas a velocidades de viento mayores a 30 km/hora, ya que los vientos fuertes causan grandes daños en las hojas y tumban las plantas; la velocidad apta para el cultivo es inferior a 15 Km/hr y el moderado oscila entre 15 - 30 Km /hr.
- **Brillo solar:** La planta necesita de 4 a 6 horas de brillo solar promedio diario; si no se logra cumplir con esta condición se afecta el crecimiento de la planta, los dedos salen cortos, el ciclo vegetativo se alarga y se afecta el desarrollo de las plantas. Cuando la radiación es mayor (época seca) hay una influencia directa en el desarrollo y crecimiento de la planta, las pariciones son más tempranas y el grado de corta es mejor (diámetros de los dedos), asimismo la incidencia y severidad de la Sigatoka Negra es menor. El rango moderado es de 3 a 4 horas y no apto inferior a 3 horas de brillo solar diario.
- **Humedad relativa:** La humedad relativa apta para el desarrollo del cultivo es de 70 a 80%, el moderado es de 80 a 90% y no apto mayor al 90%.
- **Exigencias de suelos:** Es recomendable establecer las plantaciones en suelos de topografía plana con pendientes de 0 a 3%, con una profundidad efectiva mayor a 90 cm, de texturas franco y con buena retención de humedad (porosidad y capilaridad óptima), buen drenaje, que no presenten pedregosidad (menor a 5%) y pH óptimo de 6.0 a 7.0.

⁸ Proyecto de Modernización de los Servicios de Tecnología Agrícola. PROMOSTA), 2005.

2.2.2.6. Labores culturales⁹

- **Épocas de siembra:** El plátano puede ser sembrado en cualquier época del año, siempre y cuando haya suficiente humedad, ya sea por precipitación pluvial o riego. Se debe planificar una siembra escalonada para que se mantenga una adecuada producción durante todo el año.
- **Preparación del terreno:** Una vez seleccionada el área de siembra, se debe considerar el estado en que se encuentra el terreno, si está lleno de malezas, se debe limpiar bien hasta eliminarlas; si es potrero recargarlo con ganado, para eliminar la mayor cantidad de pasto posible. También se pueden considerar las siguientes recomendaciones: control de malezas (manual, mecánico o químico), preparación de suelo, aradura (arar a una profundidad de 0.40 m y rastrear 8 días después para desmenuzar los terrones e incorporar rastros), luego efectuar el estaquillado.
- **Estaquillado:** Una vez que se determine la densidad de siembra y el arreglo espacial que se dará a la plantación, se procede a marcar el terreno, haciendo uso de cordeles y estacas que señalan el lugar específico donde se colocarán los rizomas. Las distancias de siembra cortas, exigen más labores culturales, pero al efectuarlas adecuadamente se obtienen mejores rendimientos.
- **Ahoyado:** Las dimensiones del hoyo de siembra, en suelos francos, pueden ser de 0.40 x 0.40 x 0.40 m, y en suelos más arcillosos de 0.60 x 0.60 x 0.60 m.
- **Selección de semilla:** La producción promedio de plátano se puede mejorar considerablemente, si se realiza una adecuada selección de semilla. En toda explotación agrícola la calidad de la semilla contribuye significativamente al éxito o fracaso de la empresa. La semilla de plátano debe estar libre de plagas (insectos, enfermedades, nematodos, entre otros).
- **Preparación y tratamiento de semilla:** La semilla (rizoma) que ha sido arrancada y cortada del pseudotallo a 0.10 m del suelo, se conoce como semilla de cabeza. Esta es más barata y es más fácil de transportarla al sitio de siembra. Debe limpiarse, eliminando la tierra adherida, raíces y todo tejido dañado por picudo, procurando no dañar las yemas o sitios donde van a surgir los nuevos brotes. Una vez limpia, debe ser desinfectada para que quede libre de patógenos.
- **Densidad de siembra:** La densidad de siembra, el arreglo espacial y el mantenimiento, inciden directamente en los rendimientos. Existen varios factores que ayudan a determinar cuál es la mejor densidad de siembra para una situación específica, ya que varía dependiendo de las características climáticas y edáficas del área.

⁹ Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. CENTA, 2002.

Cuadro No 3: Densidades, sistemas de siembra y ciclo de cultivo de la variedad cuerno enano

Variedad y rango de densidad (plantas/ha)	Alternativas de siembra (plantas/ha)	Sistema de siembra	Distribución espacial (m)			Ciclos de cultivo (cosechas)
			Callejón	Entre hilera	Entre planta	
Cuerno Enano 2,222 – 3,332 plantas	2,222	Doble hilera en surco	3.50	1.00	2.00	2 – 3
	2,500	Doble hilera en surco	3.00	1.00	2.00	2 – 3
	3,332	Cuadrado (dos plantas por sitio de siembra)	---	3.00	2.00	1

Fuente: <http://bdigital.binal.ac.pa/bdp/idiap/cultivoplatano1.pdf>

- **Siembra:** En suelos arcillosos se debe agregar 14 kg de materia orgánica a cada hoyo, mezclada con el suelo para mejorar las condiciones de anclaje de la futura planta. Los rizomas o cepas se distribuyen por tamaños (grandes, medianos, pequeños) procurando que el área tenga un tamaño de semilla uniforme. Si se aplica fertilizante a la siembra, éste debe ser colocado en el fondo del hoyo de siembra y cubierto con una capa de tierra no menor de 0.02 – 0.05 m de espesor. El rizoma debe ser cubierto por una capa de 0.05 – 0.10 m de suelo y apisonado a ambos lados, formando un montículo.
- **Fertilización:** Para realizar una adecuada fertilización, es importante conocer los requisitos específicos de nutrientes que la planta de plátano necesita, éste puede ser a través de análisis de suelos, tejido vegetal y observaciones del cultivo. Existen ciertos factores que deben considerarse para realizar una buena fertilización, tales como: densidad de población, balance y cantidad de nutrientes en el suelo, época y forma de aplicación, entre otros.
- **Poda o deshije:** El deshije es fundamental para mantener una plantación en condiciones apropiadas y obtener un máximo rendimiento. Consiste en seleccionar él o los hijos que se dejarán por unidad de producción, eliminando las restantes. Un buen sistema de deshije dará como resultado una producción uniforme durante todo el año; si no se realiza en el tiempo y la forma adecuada, traerá como consecuencia plantas débiles, con raíces pequeñas y de baja calidad.
- **Control de malezas:** Las malezas afectan seriamente a la planta de plátano, retardando su crecimiento y afectando la producción. La presencia de malezas, dificulta las labores de deshije, de fertilización, cosecha, riego, entre otros. Existen tres alternativas en el control adecuado de malezas: aplicación de químico, establecimiento de cultivos de cobertura a base de leguminosas y el mecánico o manual. Si se emplea el combate químico, es necesario conocer el tipo de malezas existentes, ya que éstas determinan el herbicida que se debe usar.
- **Labores precosecha:** El objetivo de esta práctica es proteger a la planta y al racimo, reduciendo al mínimo las pérdidas y daños de la fruta. Se trata de evitar que la planta se doble o se acame por efecto del viento y / o peso del racimo y además, obtener fruta de excelente calidad. Las técnicas de protección de fruta en plátano, pueden incluir desde: deshoje, desbellote, desmane y apuntalamiento.

- **Cosecha:** Generalmente la cosecha se inicia a los 10-11 meses después de la siembra. Los parámetros indicativos que se toman en cuenta para realizar esta labor son:
 - a. Los frutos deben presentar el tamaño normal de la variedad o híbrido.
 - b. La superficie de los frutos debe estar casi o completamente redondeada, sin aristas; el color verde intenso de la cáscara se hace más claro, con ligeros tintes amarillentos. En explotaciones comerciales los racimos se identifican semanalmente con cintas de diferentes colores según aparezca la inflorescencia, para diferenciar el tiempo de desarrollo y programar su cosecha en 10- 11 semanas.

2.2.2.7. Plagas del cultivo de plátano

Cuadro No 4: Plagas que afectan al cultivo del plátano.

Ítem	Nombre	Daños causados	Control
1	Picudo Negro (<i>Cosmopolites sordidus</i>)	El estado larval es el que ocasiona el daño, al utilizar el tejido del rizoma para su alimentación. Esto se manifiesta por un debilitamiento de la planta y doblamiento del pseudotallo por el peso del racimo o la acción del viento.	Para prevenir la presencia del insecto, al establecer las plantaciones, se debe tratar la semilla antes de la siembra y posteriormente efectuar aplicaciones al inicio y salidas de la época de lluvias, con insecticidas, tales como, Clorpirifos 2.5 G o Carbofurán 10 G, en dosis de 1 – 2 onzas por planta.
2	Nematodos	En el cultivo de plátano se han reportado 19 géneros de nematodos causantes de daños a su sistema radicular y al cormo, dentro de los cuales cinco son los más importantes: <i>Radopholus similis</i> , <i>Pratylenchus coffeae</i> , <i>Helicotylenchus multicinctus</i> , <i>Meloidogyne</i> spp y <i>Rotylenchus reniformis</i> . De estos, <i>Radopholus similis</i> , es el de mayor importancia económica en la producción. Es el organismo causante de la enfermedad conocida como Cabeza negra; la cual se caracteriza por el ennegrecimiento y deterioro de las raíces y del rizoma, provocando pérdida de anclaje de la planta y su volcamiento total.	<ul style="list-style-type: none"> • Evitar establecer una plantación en lugares infestados. • Tratamientos químicos del rizoma antes de la siembra. • Realizar drenajes adecuados en el área de siembra. <p>Si estas medidas no son suficientes se debe realizar un adecuado control con nematicidas: en época seca se puede utilizar Furadan, Mocap y Vydate; en tiempo de alta precipitación Counter Nema-cur y Rugby.</p>

Fuente: Guía técnica cultivo del plátano, diciembre 2002. CENTA, San Salvador.

2.2.2.8. Enfermedades del cultivo de plátano

Cuadro No 5: Enfermedades que afectan al cultivo del plátano.

Ítem	Nombre	Daños causados	Control
1	Sigatoka amarilla (<i>Mycosphaerella musicola</i>)	El organismo causante de esta enfermedad presenta una patogenicidad menor que la de la Raya negra y Sigatoka negra.	La sigatoka se puede manejar en forma económica y sostenible, realizando oportunamente prácticas culturales, tales como:
2	Raya negra (<i>Mycosphaerella fijiensis</i>)	Es un patógeno más virulento que el causante de la Sigatoka amarilla. Sus síntomas o lesiones en las hojas de la planta no se pueden diferenciar de los de Sigatoka negra, estableciéndose la diferencia únicamente a nivel de microscopio.	<ul style="list-style-type: none"> • Evitar el encharcamiento en las plantaciones mediante el establecimiento de drenajes adecuados. • Un eficiente control de malezas. • Densidades de siembras adecuadas. • Prácticas oportunas de deshoje y desbajados, con el fin de evitar que en la plantación exista un microclima favorable para el desarrollo de la enfermedad.
3	Sigatoka negra (<i>Mycosphaerella fijiensis</i> var. <i>Difformis</i>)	Es la enfermedad foliar más destructiva que ataca el género <i>Musa</i> . Afecta solo las hojas del plátano y es causada por el hongo <i>Micosphaerella fijiensis</i> . Los efectos sobre la planta son: pérdida parcial o total del follaje, reducción del vigor, pérdida de peso de los racimos y maduración precoz de los mismos.	
4	Bacteriosis	Se le conoce también como pudrición acuosa. Es una enfermedad que se favorece por la época de verano, suelos pobres con deficiencias en potasio. Es causada por la bacteria <i>Erwinia chrysantemi</i> pvr. <i>paradisiaca</i> , que ocasiona pudrición del pseudotallo y posterior doblamiento del mismo.	Utilizar semilla proveniente de plantaciones sanas, fertilizar en base a análisis de suelo y exigencias de la planta, balancear especialmente los niveles de potasio y boro, hacer desinfección de herramientas cuando se realicen labores como deshoje, deshoje y destronque.
5	“Moko” o Marchitez Bacterial (<i>Pseudomonas solanacearum</i>)	También se le conoce como maduraviche o pringue. Es una enfermedad causada por la bacteria <i>Ralstonia solanacearum</i> , la cual puede sobrevivir en el suelo por un tiempo prolongado. Se propaga por medio de la semilla y produce en las plantas afectadas pérdida total de la producción.	Utilizar semilla proveniente de plantaciones sanas, hacer desinfección de herramientas cuando se realicen labores como deshoje, deshoje y destronque.
6	Mal de Panamá (<i>Fusarium oxysporum</i> f. <i>Cubense</i>)	El síntoma más sobresaliente es la marchitez completa de la planta. El primer síntoma visible es la aparición de clorosis en los bordes de las hojas inferiores, que progresa hacia la nervadura principal, presentando gran contraste con el verde normal de la hoja sana. Luego, la hoja se marchita completamente, se torna de color café oscuro y se quiebra en el punto de unión del limbo con el pecíolo.	Empleo de semilla sana, erradicación y medidas cuarentenarias. La erradicación consiste en eliminar las plantas enfermas y su destrucción por medio del fuego, fuera de la plantación.

Fuente: <http://www.corpoica.org.co/sitioweb/Archivos/Publicaciones/Cultivodelplano.pdf>

2.3. ESPECIES FORESTALES

2.3.1. MELINA

2.3.1.1. Taxonomía

Familia: *Verbenaceae*

Nombre científico: *Gmelina arborea* Roxb.

Nombre común: Melina

Origen: Trópicos húmedos de la india.

2.3.1.2. Morfología

- **Porte:** Es un árbol de hasta 30 m de altura, de tronco recto y cónico, de copa ancha e irregular
- **Raíz:** Desarrolla un sistema radicular grande y relativamente poco profundo.
- **Hojas:** Posee hoja grandes de 10-20 cm de largo, simples, opuestas, enteras, dentadas, tienen forma acorazonada, el envés es verde pálido y aterciopelado. Usualmente, la planta bota las hojas durante los meses de enero o febrero en casi todas las regiones donde se cultiva. Las hojas nuevas se producen en marzo o a principios de abril.
- **Flores:** Son numerosas, amarillo-anaranjadas, en racimos, monoicas perfectas, cuya inflorescencia es un racimo, corola con 4-5 sépalos soldados a la base del ovario, de color amarillo brillante. La floración ocurre justo cuando las hojas han caído o cuando las nuevas hojas comienzan a desarrollarse. En su área de distribución natural la melina florece los meses de febrero a abril. En Centroamérica la floración se presenta, usualmente, entre diciembre y febrero.
- **Frutos:** Presenta la forma de drupas ovoides, medianas (de 2 - 3 cm. de largo), carnosos, de color amarillo cuando maduro.
- **Semillas:** Son grandes, con 2 semillas por fruto y 1.500 - 2.000 por kg.

2.3.1.3. Características de la Madera¹⁰

La madera de Melina, se caracteriza por ser moderadamente liviana, de lustre alto y apariencia suave y sedosa. No presenta olor ni sabor distintivos. Entre la albura y el duramen no existe diferencia, su grano (hilo) es recto a entrecruzado y su textura es gruesa. Su color varía de crema a pardo amarillento, tornándose pardo-rojizo con la edad. Es una madera de fácil trabajabilidad, que ofrece como principal ventaja su excelente recepción a los tintes, dejándose teñir para adquirir tonos semejantes a otras especies como el cedro, el roble, el pino, etc.; cualidad que le permite ser una madera versátil y una de las mejores opciones para elaborar productos de calidad de mediano o alto valor. Con su madera se pueden elaborar productos primarios o secundarios que la convierten en una de las maderas de mayor uso industrial y doméstico.

¹⁰ <http://www.plycocr.com/modules/info2/index.php?id=4>

2.3.1.4. Usos de la madera¹¹

La madera es utilizada para aserrío, construcciones rurales y construcción en general, tarimas, leña, muebles, artesanía, cajonería, pulpa para papel, contrachapados, embalajes, postes, tableros, carpintería y aglomerados.

En la construcción se utiliza en cerchas, columnas sólidas, pisos, molduras, mostradores, puertas, rodapié, tablilla, vigas sólidas, vigas laminadas, columnas laminadas, tableros laminados, marcos de puertas y ventanas y contrachapado¹².

En mueblería se utiliza en archivadores, bancas, camas, cómodas, juegos de comedor, juego de sala, mesas, sillas, sillones, trinchantes, escritorios y estantes para oficina.

Además se emplea para hacer artesanías, lápices, fósforos, paletas para helados y mondadientes¹³.

2.3.1.5. Asociaciones agroforestales

Por su virtud de rápido crecimiento (hasta 30 m de altura), es una especie de uso múltiple que presenta gran potencial agroforestal, puede emplearse como cerca viva, cortina rompe vientos y linderos maderables, teniendo un amplio rango de adaptación que la hace apta para la reforestación¹⁴.

En sistemas agroforestales se viene utilizando especialmente como sombrío en los cultivos de cacao¹⁵.

Por su ritmo de crecimiento tan acelerado no permite socios con otros cultivos, a no ser que estos sean establecidos bajo la modalidad Taungya, esto es que se siembren junto a la especie y por única vez, entre ellos destacan el maíz y el frijol.

2.3.1.6. Requerimientos ambientales

A continuación se presenta un cuadro que resume las necesidades ambientales para el buen crecimiento de la *Gmelina arborea* en nuestro medio.

Cuadro No. 6: Necesidades ambientales para el buen crecimiento de la *Gmelina arborea*

Parámetro ambiental	Ámbito
Distribución altitudinal	0-600 msnm
Precipitación	1000-4000 mm
Temperatura	18-38 °C
Régimen de lluvia	8-9 meses de lluvia con 3-4 meses secos
Temperamento	Heliófila
Zonas de vida	Bosque seco tropical, bosque húmedo y muy húmedo tropical
Textura de suelos	Franca y franca arcillosa, no crece bien en suelos arcillosos
pH de suelos	5-6
Topografía del terreno	Terrenos planos a ondulados
Pendientes del terreno	No superiores a 30%
Profundidad efectiva de suelos (cm)	Mínima de 60, óptima más de 100
Pedregosidad	Preferiblemente en terrenos sin pedregosidad
Fertilidad	Prefiere suelos fértiles
Resistencia a vientos	Es una especie intolerante a vientos fuertes
Humedad del suelo	No soporta suelos inundados, ni siquiera en forma temporal

Fuente: Paz Fong, F. 2008.

¹¹ <http://www.plycocr.com/modules/info2/index.php?id=4>

¹² Moya, 2002

¹³ Rojas F. et al, 2004

¹⁴ Paz Fong, F. 2008

¹⁵ Palencia, G. E et al. 2006

2.3.2. CAOBA

2.3.2.1. Taxonomía

Reino: Planta o vegetal

División: Angiospermae

Clase: Dicotyledoneae

Familia: *Meliaceae*

Género: *Swietenia*

Especie: *Macrophylla*

Nombre común: Caoba.

Nombre científico: *Swietenia macrophylla*.

2.3.2.2. Morfología

- **Porte:** Es un Árbol de gran tamaño, de 30 a 60 metros de altura con tronco limpio hasta los 25 metros de altura, los arboles adultos miden entre 75 a 350 cm a la altura del pecho. La copa con diámetro de 14 m. Presenta ramitas gruesas de color castaño con muchos puntos levantados ó lenticelas.
- **Corteza:** Es externa de color café rojizo oscuro con muchas fisuras profundas a lo largo del fuste, la corteza interna es de un color rosado rojizo hasta cafésáceo .Sabor amargo.
- **Hojas:** Son alternas y grandes, de 20 a 40 cm de largo; pecioladas, portando de 6 a 12 folíolos delgados oblicuamente lanceolados por lo regular de 8 a 15 cm de largo y 2.5 a 7 cm de ancho, acuminados en el ápice, agudos o muy oblicuos en la base. Haz verde oscuro brillante, envés verde pálido.
- **Flores:** Son colocadas sobre la panículas de 10 a 20 cm de largo o más, cáliz 2 a 2.5 mm de largo, lóbulos cortos, redondeados; 5 pétalos ovados de color blanco, 5 a 6 mm de largo; 10 estambres formando un tubo cilíndrico con dientes agudos o acuminados.
- **Fruto:** Es una cápsula ovoide dehiscente, comúnmente de 6 a 25 cm de largo y 2 a 12 cm de diámetro, reducido hacia el ápice en punta, color pardo grisáceo, lisa o diminutamente verrugosa, con 4 y 5 valvas leñosas de 6 a 8 mm de grueso; cada cápsula contiene entre 45 a 70 semillas, esponjosas y frágiles.
- **Semillas:** Presentan forma aladas, livianas, de 7.5 a 10.0 cm de largo por 2.0 a 3.0 cm de ancho, de color rojizo cafésáceo, sabor muy amargo.

2.3.2.3. Características de la Madera

La albura es de color amarillento con transición gradual a duramen que varía de color, desde rosado crema hasta rojo-marrón oscuro. Olor y sabor ausentes o no distintivos. Brillo alto a muy alto. Grano recto ha entrecruzado. Textura fina a media. Veteado acentuado sobre todo en el corte radial¹⁶.

Es fácil de trabajar aunque el contenido de oxalatos de calcio produce desgaste en los filos de las cuchillas y sierras, pero ofrece un buen cepillado. Seca rápidamente al aire libre alcanzando un contenido de humedad del 29% en menos de 120 días. Presenta poca tendencia a torceduras y rajaduras.

¹⁶ <http://www.unalmed.edu.co/~lpforest/PDF/Caoba,%20palo%20santo.pdf>

2.3.2.4. Usos de la madera

Es una especie forestal introducida de alto valor que crece en zonas bajas, es muy apreciada por su coloración y la calidad de la madera; esta cualidad va en contra de su conservación; de hecho hoy en día se considera una especie en peligro de extinción¹⁷; ya que con ella se logran fabricar artículos torneados, muebles de lujo, partes de molinos, moldes, instrumentos científicos, acabados de interiores para baños sauna, gabinetes, paneles, etc.

El fruto seco tiene un potencial artesanal, ya que con la base forman flores y se obtienen hermosos arreglos. Las semillas contienen un aceite con el que se pueden preparar cosméticos, se fabrican implementos de trabajo para el campo agrícola. Cuando la madera está recién cortada, se utiliza para decoración de interiores, ebanistería fina, es por eso y muchas razones que tiene una gran aceptación en el mercado.

2.3.2.5. Asociaciones agroforestales

La susceptibilidad al ataque del barrenador (*Hypsiphylia grandella*) es la causa principal para que no existan plantaciones de gran tamaño con esta especie, tal como sucede en el caso del cedro. La silvicultura registra un escaso conocimiento y baja disponibilidad de material propagativo de buena calidad; por este motivo, la caoba no se incluye en los programas de reforestación. Sin embargo, esta especie se viene utilizando con éxito, como sombrío en el cultivo de cacao¹⁸.

2.3.2.6. Requerimientos ambientales

Cuadro No. 7: Necesidades ambientales para el buen crecimiento de *Swietenia macrophylla*

Parámetro ambiental	Ámbito
Distribución altitudinal	0 a 1.500 msnm
Precipitación anual	1.250 a 4.000 mm
Temperatura media	25 °C
Régimen de lluvia	8-9 meses de lluvia con 3-4 meses secos, no tolera más de 4 meses.
Temperamento	Heliófila, de crecimiento rápido
Zonas de vida	Bosque seco tropical, bosque húmedo y muy húmedo tropical; aunque se puede encontrar en áreas más extremas, más húmedas o más secas
Textura de suelos	Logra su mejor desarrollo en suelos aluviales de texturas francas o arcillosas
pH de suelos	6.5 y 7.5. También puede alcanzar un buen desarrollo en suelos ligeramente ácidos o alcalinos.
Topografía del terreno	Plana a ligeramente ondulado
Pendientes del terreno	Hasta 25%
Profundidad efectiva de suelos (cm)	Prefiere suelos profundos
Pedregosidad	Prefiere terrenos sin pedregosidad
Fertilidad	suelos fértiles
Resistencia a vientos	Resiste vientos fuertes
Humedad del suelo	No tolera las inundaciones.

Fuente: <http://www.revista-mm.com/ediciones/rev55/forestalsemillero.pdf>

^{17- 15} Palencia, G. E et al. 2006

2.3.3. LAUREL

2.3.3.1. Taxonomía

Reino: Plantae

Subreino: Tracheobionta

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Asteridae

Orden: Lamiales

Familia: Boraginaceae

Subfamilia: Cordioideae

Género: Cordia

Especie: C. sebestena

Nombre común: Laurel, laurel blanco, laurel negro, laurel macho, laurel hembra

Nombre científico: *Cordia alliodora* (Ruiz Pav.) Oken

2.3.3.2. Morfología

- **Porte:** alcanza 20-30 m de altura y 70 cm de diámetro, fuste recto y cilíndrico algunas veces acanalado, copa globosa monopodial, ramas ascendentes verticiladas, desprovistas de ramas hasta el tercio superior del tronco.
- **Corteza Externa:** Superficie agrietada, áspera con fisuras, ritidoma leñoso cubierto por líquenes. Cuando es joven es escasamente fisurado aumentando considerablemente en árboles adultos, color pardo grisáceo a pardo amarillento.
- **Corteza Interna:** textura fibrosa laminar de color amarillo claro, cambia a pardo oscuro al ser expuesto al aire, el espesor de la corteza es de 8 a 12 mm.
- **Hojas:** simples alternas, bifoliada, semi-sinuada, base aguda, pinnatinervia curva a oblicua, consistencia papirácea, peciolo decurrente de 5-15 cm de largo y 2.5 - 5 cm de ancho, las hojas tiernas tiene forma de lanza, al ser estrujada presenta un olor característico a ajos, la cara superior de las hojas es verde oscuro y la cara inferior una tonalidad más clara.
- **Flores:** Dispuestas en manojos sésiles, algunas veces sobre un pedicelo de 8 - 12 mm, inflorescencia tipo panícula axilares o terminales de 5 - 6 cm de largo, flores blancas de gran fragancia; corola de 1 cm de largo, tubular en su parte inferior con 5 lóbulos de 5 mm de largo, obtuso, glabro; 5 estambres de 7 - 8 mm de longitud, filamentos blancos, anteras pardas; ovario supero, un cárpelo, un lóculo, un óvulo; estilo de 7 - 9 mm de largo, cáliz verde grisáceo de 5 mm de largo, tubular, pubescencia en la superficie externa.
- **Fruto:** Drupa o nuez carnosa, se diseminan con todas sus partes florales lo que les favorece durante la dispersión de las semillas, mide 10 mm de largo y 3 mm de diámetro de color marrón oscuro en estado maduro.

2.3.3.3. Características de la madera¹⁹

La madera tiene una textura fina a media de alto lustre, con buena fortaleza. La mayoría de las propiedades de resistencia mejoran un poco al secarse. La albura (amarilla cremosa) es más liviana que el duramen (amarillo a café, café oscuro). El duramen es muy resistente al

ataque de comején, pudrición en el suelo y por hongos, aunque la albura es considerablemente más susceptible. La madera juvenil de raleos es blanca, y limita su mercado con fines decorativos. La densidad básica varía entre árboles y entre sitios (0.38-0.64 g/cm³) los árboles de zonas secas tienen madera más pesada. En zonas secas se cosecha a tamaños menores, utilizando la madera en rolliza como vigas en construcción de casas, por ser moderadamente resistente al comején.

2.3.3.4. Usos de la madera

Es una especie maderable de importancia artesanal. Se elaboran esculturas, artículos torneados, instrumentos musicales, muebles, ebanistería en general, puertas, marcos de ventana, rodapié, construcciones de casas (para solera o viga), construcciones de interiores y exteriores de casas y pisos. Se observan también nuevos usos en juguetes, chapas decorativas, artesanías, etc.²⁰. Además de que puede industrializarse para producir etanol (Rinde 266 litros por tonelada de peso seco)²¹.

2.3.3.5. Asociaciones agroforestales

Una especie muy importante. Su popularidad radica en el alto valor de su madera para uso local y en mercados nacionales, la abundancia de regeneración natural; además de poder ser combinada con otros cultivos (perennes y anuales)²².

Con la presión por tierra, particularmente en sitios fértiles, el laurel tiene mayor probabilidad de ser utilizado en sistemas agroforestales que en plantaciones puras. En sistemas agroforestales, tiene un uso tradicional, especialmente como sombrío en los cultivos de cacao²³.

2.3.3.6. Requerimientos ambientales

Cuadro No. 8: Necesidades ambientales para el buen crecimiento de *Cordia alliodora* (Ruiz Pav.) Oken

<i>Parámetro ambiental</i>	<i>Ámbito</i>
Distribución altitudinal	0 – 1900 msnm
Precipitación anual	1000-4000 mm
Temperatura media	18 – 25 °C
Régimen de lluvia	0 hasta 7 meses secos
Temperamento	Heliófila
Zonas de vida	Esta especie habita en una amplísima variedad de condiciones climáticas, Bosque seco tropical, bosque húmedo y muy húmedo tropical
Textura de suelos	Prefiere suelos de textura franca a franco-arcillosos
pH de suelos	4.5-6.5
Topografía del terreno	Plano a ondulado
Pendientes del terreno	Crece sobre lomeríos, pendientes, cañadas, terrenos bajos y llanos costeros
Profundidad efectiva de suelos (cm)	Se puede desarrollar en suelos profundos o someros (entisoles, oxisoles, andosoles)
Pedregosidad	Prefiere terrenos sin pedregosidad, aunque se puede desarrollar en suelos con afloramientos rocosos

¹⁹⁻²⁰⁻²¹ http://herbaria.plants.ox.ac.uk/adc/downloads/capitulos_especies_y_anexos/cordia_alliodora.pdf

²³ Palencia, G. E et al. 2006

Fertilidad	No presenta restricciones en cuanto a la fertilidad
Resistencia a vientos	Resiste vientos fuertes y en ocasiones del tipo huracanados
Humedad del suelo	No tolera el drenaje interno pobre, ni el encharcamiento

Fuente: http://herbaria.plants.ox.ac.uk/adsc/downloads/capitulos_especies_y_anexos/cordia_alliodora.pdf

2.4. TECNOLOGÍA DE IRRIGACIÓN

El riego es la aplicación oportuna y uniforme de agua en forma de lluvia artificial a un perfil del suelo para reponer en éste el agua consumida por los cultivos²⁴. Es la manera de cómo el agua obtenida de diferentes fuentes es distribuida dentro del campo.

El riego es necesario cuando no hay lluvias, pero también cuando las lluvias son escasas, cuando no se pueden predecir o cuando faltan en momentos que los cultivos lo requieren. Hay lugares donde no llueve todos los días y puede haber 2 o 3 semanas sin lluvia; en estos lugares es necesario el riego. Sin embargo, la experiencia dice que para obtener una agricultura rentable y sostenible no solamente se requiere de infraestructura de riego eficiente, sino en mayor proporción del entrenamiento adecuado que deben recibir los productores y el personal de campo responsable directamente del riego de los cultivos.

Cuando se riega eficientemente un cultivo agrícola, se producen aumentos de rendimientos de significativa importancia en relación a cultivos regados en forma deficiente; al mismo tiempo, se obtienen otros beneficios adicionales, que determinan en gran medida el éxito económico de la actividad de producción de cultivos. Estos beneficios aseguran que las prácticas de riego basadas en el conocimiento de los aspectos fundamentales que gobiernan el comportamiento del sistema suelo — planta — atmósfera sean altamente rentables y constituyan una inversión que rápidamente entrega sus frutos para el productor individual y para su región²⁵.

2.4.1. Riego por Microaspersión



Fig. No 5: Riego por microaspersión.

Es una variante del riego por aspersión, más parecida al riego localizado por la forma de aplicar el agua. En este caso, el sistema de riego por microaspersión suministra el agua a los cultivos en forma de lluvia artificial, distribuyéndola en la zona del suelo ocupada por las raíces. De esta forma se consigue una uniformidad de riego equivalente a la del riego localizado, por lo que es muy útil para zonas en las que resulta difícil instalar una línea de goteo, y sobre todo, en suelos muy arenosos donde resulta complicado establecer bulbos razonables con puntos aislados de emisión.

Los microaspersores se emplean generalmente para regar árboles, macizos de flores, rosales, etc. La zona humedecida por

²⁴ <http://html.rincondelvago.com/riego-por-microaspersion.html>

²⁵ Doorenbos y Kassam, 1998

los micro-aspersores variará según la distancia a la que se instalen; se pueden conseguir círculos aislados o franjas continuas de humedad, aproximándolos para superponer las zonas de suelo mojado²⁶.

Los microaspersores deben seleccionarse con gastos adecuados para evitar encharcamientos y escurrimientos de agua. Deben de utilizarse láminas precipitadas horarias que no excedan la velocidad de infiltración de agua en el suelo. El microaspersor y/o microjet riega un espacio más amplio y más uniforme dentro de la zona radicular de los árboles frutales²⁷.

2.4.1.1. Características más importantes del sistema de riego por microaspersión

Las características más sobresalientes de los sistemas de riego por microaspersión son²⁸:

- Aplica el agua en forma de rocío.
- Un mismo microaspersor tiene accesorios necesarios que pueden ir cambiando y adaptando las distintas etapas de desarrollo de cada especie de frutal en particular. De esta manera puede irse controlando el diámetro de rociado del microaspersor desde 0.5 m hasta 7.0 m.
- Instalación más sencilla que el riego por goteo.
- Fácil de identificarse, porque cada diámetro de boquilla tiene un color específico y determina el gasto en litros por hora en los microaspersores regulados o compensados.
- Es el único sistema de riego en el mundo que cuenta con regulador integrado, que hace la función de obtener un flujo constante a diferentes presiones y/o diferentes cotas de terreno.
- Pueden ser usados para moderar microclimas:
 - a. En días cálidos y secos se pueden producir un rociado por encima del árbol, las gotas de rocío absorben el calor del aire circulante, enfriándolo y aumentando la humedad del ambiente.
 - b. En una noche fría y helada el agua, al aplicarse por encima del follaje, calienta el ambiente, esto es debido a que el agua aplicada pierde calorías al enfriarse.
- La microaspersión se utiliza más en árboles frutales, donde en riego por goteo, para cumplir los requerimientos de agua se tiene que utilizar doble manguera o doble línea por surco de árboles.
- El movimiento de las sales en el suelo es más apropiado en el riego por microaspersión.
- Cuenta con un amplio rango de precipitación horaria (PPH), ya que se puede aplicar hasta 25 mm, de aquí la gran aplicación a toda clase de precipitación y toda clase de texturas de suelos.
- Tiene bastante uso en riego de invernaderos donde la humedad y temperatura de los mismos debe estar bien controlada.
- Se pueden aplicar fertilizantes a través del sistema²⁹.

²⁶ http://www.oni.escuelas.edu.ar/2003/ENTRE_RIOS/26/sisriego/Microasp.htm

²⁷ Tovar, 1993

²⁸ Rodas R. A.; Cisneros. P. 2000

²⁹ Gurovich, 1999

2.4.1.2. Ventajas

Dentro de las ventajas que presenta este sistema en comparación con los sistemas de aspersión, goteo y gravedad se encuentran las siguientes:

- Se puede usar para mejorar microclimas dentro de la misma parcela.
- Es un sistema muy versátil, se adapta a todas las etapas de desarrollo de los frutales.
- Ahorro de agua, fertilizantes, mano de obra y energía.
- El riego es sub-arbóreo, no moja la copa, menor peligro de propagación de enfermedades, evita los efectos nocivos de depósitos salinos en el follaje y menor evaporación de agua utilizada.
- Se adecua para utilizar fertirrigación.
- Aumento de la producción, mejora de la calidad, uniformidad de los tamaños y adelantamiento de las cosechas.
- Necesita menor filtrado que otros sistemas. Los microaspersores son mucho menos propensos a las obstrucciones que los goteros, debido al mayor diámetro de paso y a la más alta velocidad del agua.
- No es necesario regar con tanta frecuencia.
- La eficiencia en la aplicación del agua es de alrededor del 70% (alta eficiencia).
- El patrón de humedad se ajusta al desarrollo de la planta.
- Tiene un control más estricto de malezas, estas malas hierbas sólo crece donde se aplica el agua.
- Permite el cultivo en terrenos arenosos y con gran capacidad de filtración.
- Ayuda a una mejor lixiviación y alejamiento de las sales fuera de la zona radicular de la planta.
- Tiene un amplio uso en riego de invernaderos y en viveros.
- Tiene uso pecuario (se usa para disminuir la temperatura de porquerizas).
- Ahorro de nivelación de tierras.

2.4.1.3. Desventajas

Entre los principales inconvenientes del sistema de riego por microaspersión se encuentran las siguientes.

- Necesita que el emisor se encuentre siempre en posición vertical para funcionar eficientemente.
- Este sistema tiende a ser averiado por el tránsito de las personas en las parcelas en épocas de cosechas.
- Las malezas afectan el funcionamiento de los aspersores.
- Resulta entre 20 a 25% más costoso que el sistema de riego por goteo.
- Susceptible al viento en plantaciones jóvenes
- Reducida duración del riego, como consecuencia de los altos caudales.
- La eficiencia de riego es menor que la del sistema por goteo, debido a las pérdidas por evapotranspiración del agua pulverizada y a escorrentía superficial.
- Cuando el sistema se deja de trabajar las boquillas y reguladores de presión se tapan debido a que se llenan de insectos principalmente hormigas.
- Está limitado a determinado número de cultivos, ya que en marcos de plantación menor a 4x4 se adapta mejor y es más barato usar riego por goteo.

2.4.1.4. Requisitos básicos de información para la implementación del sistema de riego por microaspersión³⁰

2.4.1.4.1. Limitaciones Topográficas

Las restricciones en la selección de un sistema de riego debidas a la topografía incluyen la elevación o niveles de las aguas subterráneas con respecto a la superficie del suelo, la localización y elevación relativa de la fuente que provee el agua, los límites del campo, la localización de los caminos y carreteras, las líneas de electricidad y gas y otros tipos de obstrucciones, la forma y la pendiente del campo. Las condiciones de la superficie del campo tales como la rugosidad relativa y los canales existentes deben ser considerados.

La pendiente del terreno es muy importante. Algunos tipos de sistemas de riego pueden operar de 0 a 60 % de pendiente. La forma del campo también determina el tipo de sistema. Por ejemplo, los riegos de aspersión, goteo y microaspersión pueden ser ajustados a casi cualquier forma del campo.

2.4.1.4.2. Características del suelo

El tipo de suelo, la capacidad para retener humedad, la velocidad de infiltración y la profundidad efectiva del suelo son también criterios que determinan la selección de un sistema de riego. Por ejemplo, los suelos arenosos tienen una alta velocidad de infiltración y podrán aceptar microaspersores que arrojen grandes volúmenes de agua lo cual podría ser inaceptable en suelos altamente arcillosos.

La capacidad del suelo para retener la humedad tiene una influencia decisiva en determinar el tamaño de las divisiones del campo y la frecuencia de riego, como por ejemplo, para un suelo arenoso con una baja capacidad de retener agua es obvio que requerirá de frecuentes y ligeras aplicaciones de agua.

2.4.1.4.3. Suministro de agua

Las características pertinentes al suministro del agua que deben ser consideradas para seleccionar un sistema de riego son:

- **Cantidad del agua:** La cantidad total del agua disponible durante las temporadas de cultivos.
- **El tamaño del gasto:** La tasa a la cual el agua puede ser suministrada a cualquier tiempo.
- **La calidad del agua:** La clase y la cantidad de sales disueltas en el agua usada para el riego.
- **Las veces de que se dispone el agua:** ¿Se dispone de agua siempre que es requerida o el agricultor tiene que esperar su turno cuando lo requiera?

2.4.1.4.4. Factores que dependen del cultivo

Los factores que dependen del tipo de cultivo que deben ser considerados para seleccionar un apropiado sistema de riego son:

- **Tolerancia a las sales:** La tolerancia a la concentración y el tipo de sales.
- **Tolerancia al humedecimiento:** La tolerancia al agua por la vegetación y el fruto de varias etapas de crecimiento de las plantas.
- **Tolerancia a la falta de aireación:** La tolerancia a soportar niveles freáticos altos o saturación dentro de la zona radicular por periodos prolongados.

³⁰ <http://html.rincondelvago.com/riego-por-microaspersion.html>

- **Tipos de cultivos requeridos:** En algunos cultivos se requiere de ciertos cuidados durante el proceso de crecimiento de la planta.
- **Hábito de crecimiento:** Periodos de crecimientos y demanda de agua como una función del estado de crecimiento y profundidad normal de las raíces durante el crecimiento.

2.4.1.4.5. Selección del microaspersor

La selección del microaspersor se efectúa de la siguiente manera:

Se procede a comparar y seleccionar el microaspersor que cumpla los requerimientos de agua por día, por árbol y que además, resulte un tiempo que sea submúltiplo de 24, para poder tener tiempos de riego de 24 y 48 horas y tener ciclos de riego de 3, 6 y 9 días, según sean las condiciones de requerimiento de la planta y capacidades de almacenamientos del suelo.

2.5. EVALUACIÓN FINANCIERA

2.5.1. Valor presente Neto (VPN)

El método del Valor Presente Neto es muy utilizado en la evaluación financiera de proyectos por dos razones, la primera porque es de muy fácil aplicación y la segunda porque todos los ingresos y egresos futuros se transforman a dinero de hoy y así puede verse, fácilmente, si los ingresos son mayores que los egresos. Cuando el VPN es menor que cero implica que hay una pérdida a una cierta tasa de interés o por el contrario si el VPN es mayor que cero se presenta una ganancia. Cuando el VPN es igual a cero se dice que el proyecto es indiferente³¹.

2.5.2. Tasa interna de retorno (TIR)

Este método consiste en encontrar una tasa de interés en la cual se cumplen las condiciones buscadas en el momento de iniciar o aceptar un proyecto de inversión.

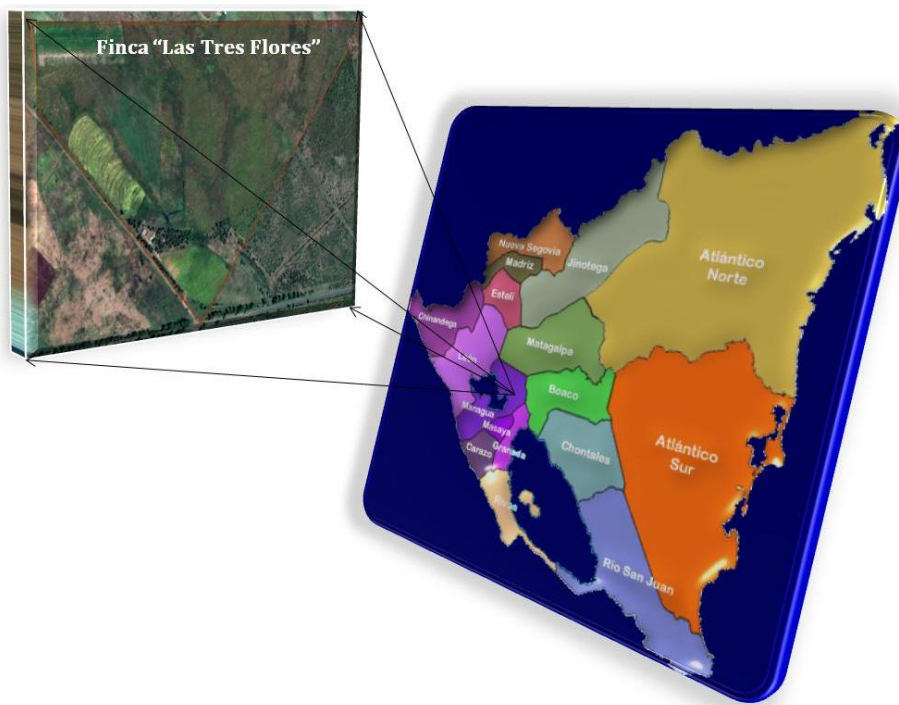
La Tasa Interna de Retorno es aquella tasa que está ganando un interés sobre el saldo no recuperado de la inversión en cualquier momento de la duración del proyecto. En la medida de las condiciones y alcance del proyecto estos deben evaluarse de acuerdo a sus características. Esta es una herramienta de gran utilidad para la toma de decisiones financiera dentro de las organizaciones.

³¹ <http://www.monografias.com/trabajos16/metodos-evaluacion-economica/metodos-evaluacion-economica.shtml>

3. METODOLOGIA (Materiales y Métodos)

3.1. LOCALIZACIÓN

El proyecto será desarrollado físicamente en la finca “Las Tres Flores”, en terrenos del extinto ingenio **Victoria de Julio** en el kilómetro 36 1/2, carretera Tipitapa - Malacatoya, municipio de Tipitapa, departamento de Managua; la cual se localiza entre las coordenadas geográficas 12°15' latitud Norte y los 86°00' longitud Oeste, a una altura de 65 msnm. Tiene una extensión de 50 manzanas.



3.2. CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

El suelo de la finca “**Las Tres Flores**”, pertenece a la serie los Laureles, es un vertisol del tipo Chromuster (rojo) donde predominan arcillas del tipo 2:1 principalmente montmorillonita. Estos suelos se han desarrollado a partir de sedimentos aluviales, son susceptibles al encharcamiento en periodo lluvioso debido a su relieve plano, presentan textura arcillosa, con un 60% o más de arcilla, por lo que presentan alta retención de agua, por lo cual la infiltración es baja, dándose problemas de drenaje; esto produce que se agrieten en periodo seco hasta 20 cm y se expandan en periodo lluvioso. Estas condiciones dañan los sistemas radicales de las plantas y constituyen un peligro para el ganado. Los suelos son utilizados para el cultivo de arroz de inundación, pastos y bosque de matorral, aunque la actividad de laboreo se vuelve muy difícil debido a que son extremadamente duros en verano y demasiados pegajosos en invierno.

3.3. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

Se identifica una zona de vida de trópico seco, sabana tropical con una vegetación natural, donde predominan los sistemas de pasturas extensivas y agropecuarias. La fisiología corresponde a terrenos por debajo de los 300 msnm, con temperaturas cálidas y calientes entre los 20 a 35 °C; precipitación media anual de 1,000 a 1,500 mm; y presencia de periodos canicular definido.

3.4. MÉTODOS

3.4.1. Metodología para el primer objetivo específico

- **Realizar el diseño espacial del sistema agroforestal con especies de alto valor comercial compatibles con las condiciones agroecológicas del trópico seco.**

3.4.1.1. Selección de las especies

Las variedades a utilizar para especies agrícolas y forestales buscan ser compatibles entre sí, con el medio, adaptabilidad a los cambios climáticos, y con alto valor comercial; por lo cual se seleccionó la variedad “Cuerno Enano” para plátano por su calidad exportable y aceptación en el mercado local; al menos 20 líneas clasificadas en “Trinitario Superiores” para cacao, que apuntan al mercado de chocolate fino. Para la selección de las especies forestales se consideró que estas tuvieran un comportamiento apropiado para proporcionar sombra a las plantas de cacao, con arquitectura erecta y demanda comercial maderable, maderas preciosas de color para fabricación de muebles finos y artesanías para la exportación, siendo estas especies caoba, laurel y melina. La caoba y el laurel son dos especies nativas, se adaptan a las condiciones agroecológicas del trópico seco, por ser originarias de esta zona; en el caso de la caoba es una especie que ha sido explotada irracionalmente del bosque natural, por ser muy cotizada local e internacionalmente; se ubica en la lista roja de especies extintas en la región del pacifico y está protegida por el CITES³², es decir no es permitida su extracción del bosque natural, siendo necesaria su conservación y aprovechamiento racional en SAF; en el caso de la melina es una especie introducida desde la India que tiene buena aceptación en el mercado local e internacional, por sus diferencias en diámetro y sus características físicas no presentan muchos defectos de calidad para la fabricación de muebles finos.

3.4.1.2. Condiciones iniciales para la siembra de cacao

El cacao se sitúa como el cultivo principal de este proyecto, el mismo necesita de un microclima para su óptimo desarrollo, el cual es proveído por la sombra de árboles en los sistemas naturales donde se produce.

En este proyecto la sombra y el microclima inicial lo proporcionará el cultivo de plátano que le servirá de sombra temporal al cultivo de cacao; el manejo agroforestal de los primeros cuatro años se orienta al cultivo de plátano, su manejo agronómico influirá positivamente en el desarrollo vegetativo del cacao y las especies forestales, dando espacios en este periodo al desarrollo de la sombra permanente del cacao (especies forestales).

3.4.1.3. Diseño espacial del sistema agroforestal

Para el diseño del sistema agroforestal se realizó el levantamiento topográfico con Estación Total y GPS para determinar las condiciones agroforestales de la finca, los datos levantados fueron procesados en AutoCad Civil 3D para generar un plano topográfico del área de producción.

La disposición de las especies vegetales en el terreno, la densidad de siembra y distribución a través del tiempo en un plan de rotación, se determinó de tal forma que no compitieran entre ellas mismas ni con las demás, por el uso de los recursos (nutrimentos, agua y luz); al

³² CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres)

contrario, se trató de favorecer el uso complementario de estos recursos, a través de una adecuada disposición tanto horizontal como vertical de las plantas en el terreno.

El diseño se compuso de varias etapas, las cuales se explican a continuación:

- Se determinó la función del sistema, consistiendo en la producción de cacao bajo sombra y producción de madera preciosa, además de la producción complementaria de plátano como beneficio de la sombra temporal del cultivo de cacao.
- Se determinó la ubicación y tamaño del sistema agroforestal en el plano de la finca, el número de bloques y sub-bloques que lo conformaran.
- Se establecieron los componentes del sistema agroforestal combinando y/o asociando las especies forestales y los cultivos perennes.
- Se definieron las formas y tamaños de los bloques y sub-bloques del sistema agroforestal, los marcos de plantación, espaciamientos entre hileras y plantas de las diferentes especies vegetales, el cual se puede ver en el plano de planta y la vista de perspectiva en 3 dimensiones (Ver anexo 1, Imágenes 1-5).

3.4.1.4. Diseño del sistema de riego del sistema agroforestal

El suministro de agua del sistema agroforestal será aplicado a través de riego por microaspersión, considerando las bondades de este sistema en cuanto al manejo del agua, ya que este utiliza pequeños caudales a baja presión y se puede emplear en una gran diversidad de suelos. Además que una pequeña cantidad de agua es pulverizada, lo cual contribuirá a disminuir la temperatura en el SAF favoreciendo el desarrollo del cultivo de cacao.

El diseño agronómico, hidráulico y geométrico se realizó considerando la diversidad de especies, el tamaño y disposición de los sub-bloques en el SAF; es por ello que el sistema de riego se diseñó en cobertura total, es decir que el espaciamiento entre aspersores y laterales fue seleccionado para posibilitar el solapamiento entre los chorros permitiendo humedecer todo el suelo, distribuyéndose el agua uniformemente, estando a disponibilidad de todas las especies vegetales en el campo.

La norma de riego se diseñó para suplir las necesidades hídricas del cultivo de plátano, ya que como se mencionó anteriormente, los primeros cuatro años están orientados a manejar este cultivo principalmente. La demás especies (cacao y especies forestales) aprovecharán el suministro de agua que se aplicará al cultivo de plátano para su desarrollo.

La estructura de riego se diseñó de tal forma que se pudiese desmontar y mover, ya que la misma será removida del lugar al segundo año de producción, pasando a ocupar la posición de las hileras del cultivo de plátano las cuales serán eliminadas; las hileras restablecidas del cultivo de plátano pasarán a ocupar la posición inicial de la estructura de riego.

3.4.1.5. Labores culturales del sistema agroforestal

Preparación del Terreno: Para la preparación del terreno donde se establecerá el sistema agroforestal se utilizará tracción mecanizada, en la cual se realizarán un pase de arado y dos pases de grada, para obtener un suelo bien mullido brindándole las condiciones óptimas para el desarrollo radicular de las especies vegetales. Estas labores se realizarán al menos un mes antes del establecimiento del cultivo de plátano y las especies forestales, todo ello con el fin de exponer el prisma del suelo a los rayos solares para eliminar plagas y enfermedades que estén presentes en él, además de exponer las semillas de malezas a la incidencia de los rayos del sol que las arden inviables.

Trazado de los bloques y sub bloques en el SAF: Debido al plan de rotación y cosechas escalonadas, el sistema agroforestal estará dividido en 3 bloques de 5 manzanas cada uno; por las particularidades del sistema, condiciones agroforestales y topográficas de la finca, cada manzana estará distribuida en 7 sub-bloques agroforestales de 38.8 x 22.4 m (860.16 m² de superficie) (ver anexo 1, Figura No 2) por cada manzana que representa una superficie de 6,021 m², el resto del área se distribuirá en 425.6 metros lineales de cortina rompe viento y callejón, que completan un área de 1,000.16 m² para un total de 7021.12 m² de superficie (1 Mz = 10,000 m² y/o 7,025 m²). En esta área se establecerán 167 especies de madera preciosa, 2071 plantas de plátano y 693 plantas de cacao.

Hoyado: El hoyado para el establecimiento de los cultivos perennes y las especies forestales se realizará de forma manual, de acuerdo al diseño agroforestal y la disposición de los sub-bloques. El hoyo deberá tener un tamaño de 30 a 40 cm de profundidad, mientras que el ancho estará determinado por el tamaño de las especies vegetales, teniendo mayor incidencia en este aspecto el tamaño de los cormos en el cultivo de plátano.

Siembra: En el plátano y especies forestales, la siembra se realizará en la misma fecha para ambos; la siembra de cacao se realizará 6 meses después, de tal forma que el plátano haya alcanzado su desarrollo vegetativo y pueda proveerle la sombra necesaria para su desarrollo.

La siembra de plátano se realizará en doble surco, dejando un surco vacío entre dos surcos, dicho espacio será aprovechado para instalar la infraestructura de riego. Para la siembra de cacao se utilizará plantas injertadas de alta calidad, empleando como patrón material genéticamente adaptado a las condiciones del trópico seco y yemas que provengan del lugar identificado por el proveedor de plantas.

Fertilización: La fertilización del cultivo de plátano contempla tres aplicaciones anuales de elementos mayores con una dosis total por manzana de 240 libras de nitrógeno, 120 libras de fósforo y 360 libras de potasio, además se incluye la aplicación de elementos menores³³ que corresponden a 19 litros por manzana de productos quelatados.

El manejo agronómico del cacao contempla un plan de fertilización para producción que consiste en dosis anuales de 3 aplicaciones de macro elementos con una relación de 180 libras de nitrógeno, 60 libras de fósforo y 60 libras de potasio, programando dos aplicaciones entre el periodo de cosecha de primera y cosecha de postrera y una aplicación posterior a la cosecha de postrera; aplicación foliar de elementos menores para estimular la floración y formación del fruto con dosis de 300 litros de caldos minerales programados posterior a la fertilización convencional.

La producción forestal la determina el manejo de los rubros agrícolas del SAF, que cumplen con un plan de fertilización que influirá en la formación de duramen, dado como indicador de sitio en comparación a árboles existentes, que será determinado con mayor DAP (diámetro a la altura del pecho).

Control fitosanitario: En el cultivo de plátano, para el control de plagas y enfermedades se contempla manejo profiláctico con una dosis anual por manzana de 7 litros de fungicidas-

³³ Calcio, Magnesio, Sodio, Boro, etc.

bactericidas e insecticidas, utilizando productos autorizados por la Dirección General de Plantas y Sanidad Animal (DGPSA).

En el caso del cacao, la principal enfermedad y la que mayor daño produce al atacar solamente al fruto es la moniliasis (*Moniliophthora roreri* E). (C y P); para su manejo se contempla la aplicación de caldo bordelés que representa 900 litros con una relación de 45 libras de cal y 45 libras de sulfato de cobre, el cual está aprobado en las normas de la FDA y normativas orgánicas de IFOAM, CEE20-92/91 y el NOP-USDA.

La mayor problemática de producción maderable durante el periodo de desarrollo productivo se relaciona con la especie caoba, por ser susceptible a la enfermedad de la *Hypsipilia Grandela* (enfermedad que ataca los brotes terminales y axilares de los árboles jóvenes, la flor y el tronco) cuando estas se plantan en monocultivo y/o con alta densidad poblacional, es por esta razón que el SAF diversifica las especies forestales y se ha considerado una distancia razonable para prevenir la incidencia de dicha enfermedad.

Poda: En el cultivo de plátano para el control de sigatoka amarilla (*Mycosphaerella musicola*) y sigatoka negra (*Mycosphaerella fijienses*) se realizará la defoliación mensualmente de las hojas muertas, las hojas verdes rotas colgando del pseudotallo y las hojas con lesiones necróticas que cubran más allá de una tercera parte de la superficie.

En el caso del cultivo del cacao se podará metódicamente desde sus primeras fases de crecimiento, con el fin de darle una buena formación y mantenerlo en condiciones de producción durante toda su vida. La poda del cacao consistirá en la eliminación de las partes vegetativas, improductivas o con problemas fitosanitarios en niveles no tolerables permitiendo darle al árbol una estructura aérea balanceada y estimular la formación de frutos.

En cuanto a las especies forestales su manejo consistirá en el manejo de las podas: poda sanitaria para eliminar partes afectadas por incidencia de plagas y enfermedades; poda de formación para mejorar la formación del fuste y calidad de duramen y reposición de árboles o plantas afectadas por enfermedad. Las podas de formación y eliminación de árboles enfermos pueden ser aprovechados para el comercio de madera en pequeños diámetros para fabricación de artesanías o piezas de pequeñas dimensiones.

Cosecha: Para el cultivo de plátano el ciclo productivo se orienta a dos cosechas por plantación establecida y restablecida para un total de cuatro cosechas durante los cuatro años de manejo.

En cuanto al cultivo de cacao la cosecha dará inicio a los 18 meses por la producción de plantas injertadas. En los primeros 4 a 5 años de producción se considera como fase de inicio para desarrollar su potencial productivo, que logrará estabilizar su producción a partir de 6 a 7 años de edad de la planta y alcanzar rendimientos de 20 a 30 quintales por manzana, que se extenderán hasta los 15 años de edad; con nuestros indicadores productivos, el cacao tendrá al tercer año un rendimiento por manzana de 13.3 quintales y un promedio anual de 9.2 quintales.

En el caso de las especies forestales su plan de aprovechamiento se realizará durante 5 años, a partir de los 15 años de edad para la caoba y melina y a los 25 años para el laurel, y de esta forma dar espacio al restablecimiento que contribuirá a preparar las condiciones de sombras antes de dirigir una renovación del cacao.

Comercialización: El producto a ofertarse será clasificado de acuerdo a tres cualidades, lo cual permitirá diversificar los clientes y ampliar los márgenes de ganancias:

Para el cultivo de plátano se diferencia en producto de primera, segunda y tercera; sus porcentajes lo determinarán las condiciones climáticas, el manejo agronómico, riego y el periodo de cosecha; considerando estos factores se estiman rendimientos cualitativos que varían en los 4 años de producción: producto de primera (grande >27 cm), producto de segunda (mediano entre 22 – 26 cm) y producto de tercera (pequeño <21 cm).

Para el cultivo de cacao se diferenciará en producto de primera calidad “Bien Fermentado”, de segunda calidad “Semi Fermentado” y tercera calidad “Corriente” que estará determinado por el nivel de fermentación (beneficio húmedo).

En cuanto a la madera se comercializará para el mercado externo en “Pie Tablar” que especifica ancho por grueso por largo (ancho y grueso medidas en pulgadas y largo en pie) y calidades “Fast Selec” y “Común 1 a mejor”, los estándares de calidad en “Selec” se dimensionan, a partir 1 pulgada de grueso, 6 pulgadas de ancho, y 6 pié de largo y libre de manchas, rajaduras, curvaturas, alburas, defectos mecánicos, y de plagas. Para “Común 1 a mejor” se permite algunas otras dimensiones y defectos mecánicos siempre que sean especificados por el cliente.

Para mercado interno la unidad de medida se expresa en “Pulgada Vara” (grueso y ancho en pulgada y largo en varas), la calidad para éste mercado es “Común 2 a más” (incluye madera de rechazo que no clasifica para exportación, con diámetros menores a los exigidos por el mercado externo y diámetros demasiado pequeños).

3.4.2. Metodología para el segundo objetivo específico

- **Elaborar un estudio financiero para determinar la inversión, costos de operación e ingresos de la alternativa propuesta, así como su evaluación.**

El análisis de rentabilidad financiera es el primer paso en la evaluación de un proyecto, tiene por objeto estudiar la factibilidad del proyecto desde el punto de vista de sus resultados financieros. Por tanto los beneficios y costos del proyecto se calculan en términos monetarios, a los precios de mercado vigentes. Esto permite situar alternativas en orden jerárquico de rentabilidad.

En el análisis de rentabilidad financiera se consideraron, el análisis de rentabilidad de la inversión y el análisis del financiamiento. Con el primero se evaluó la medida de la rentabilidad de los recursos que incorporan al proyecto por rendimiento del capital, cualesquiera sean las fuentes de financiamiento. En el segundo se tomaron en consideración las características financieras del proyecto, para tener la seguridad de que el financiamiento disponible permitirá que el proyecto se ejecute y se ponga en operación sin tropiezo.

Aspectos a considerar en la evaluación financiera:

1. Inversión de capital a realizar: se determinaron en forma detallada las inversiones tanto en la etapa de ejecución como en la etapa de operación. Se determinaron también los ingresos que generará el proyecto.
2. Se determinaron los indicadores financieros que permiten una decisión desde el punto de vista de la rentabilidad financiera:
 - Tasa interna de retorno (TIR).
 - Valor presente neto (VPN).
 - Periodo de recuperación de capital.

Para iniciar la ejecución del proyecto agroforestal se tendrá que hacer una serie de inversiones tanto en terreno, como infraestructura y equipos; así como en gastos de operación suponiendo que en los primeros 10 meses el sistema no generara ingresos, ya que la cosecha de plátano iniciara después del primer año.

Para la elaboración del análisis financiero del proyecto, se tomaron en cuenta todos los costos de ejecución del proyecto, los materiales necesarios para su implementación, financiamiento para la inversión y la recuperación del capital en el tiempo de vida del proyecto.

Los costos estuvieron compuestos por inversión en la compra de tierra para la implementación del proyecto, los gastos para la infraestructura de la fuente de abastecimiento de agua (pozo), los costos de la infraestructura del sistema de riego, las herramientas e implementos necesarios para las labores culturales en el sistema agroforestal; otras inversiones en vigilancia, cerca perimetral, mano de obra, administración y herramientas.

Así mismo se determinaron los ingresos de capital a través de los productos cosechados, siendo el cultivo de plátano el primero en generar ingresos y el subsidiario de los gastos de producción del cultivo de cacao y las especies forestales.

3.4.3. Metodología para el tercer objetivo específico

- **Realizar el análisis ambiental del proyecto que establezca los impactos en el medio ambiente.**

Una evaluación ambiental, es el estudio de los efectos relevantes que una acción propuesta puede causar sobre el medio ambiente natural.

Para tal fin, se realizó un análisis minucioso de los impactos que la ejecución de este proyecto traerá al medio ambiente de la zona, tomando en cuenta que se aprovecharán recursos naturales disponibles en el área de estudio.

El análisis contempló la descripción de los impactos positivos y negativos que se producirán con el aprovechamiento del recurso suelo, la utilización del agua subterránea con la explotación de un pozo como fuente de abastecimiento para el riego del área del proyecto, los beneficios indirectos que percibirán las comunidades aledañas a la zona de ejecución del proyecto, y el impacto a la flora y fauna del lugar y aves migratorias.

Para los impactos negativos que resulten del análisis, se establecerán alternativas de mitigación.

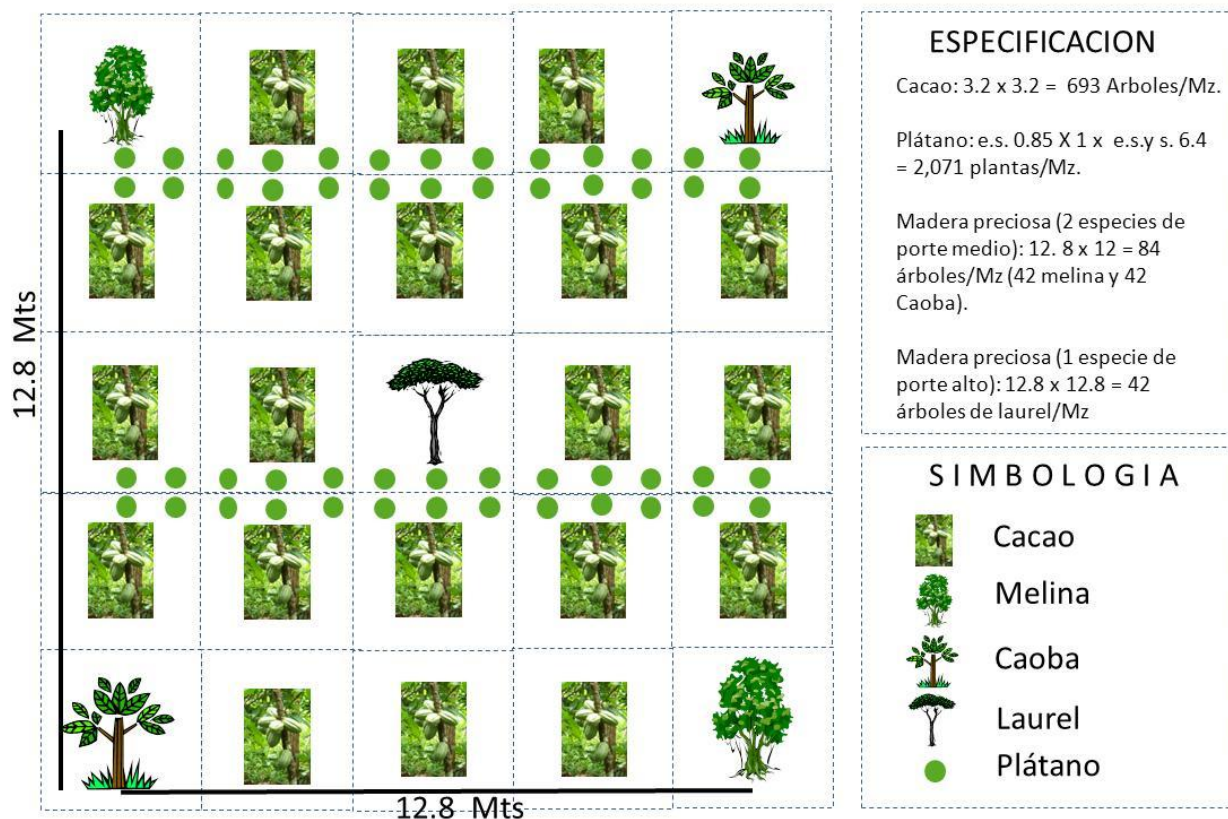
4. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1. DISEÑO DE PLANTACION AGROFORESTAL

Como se mencionó anteriormente el diseño del SAF, se realizó tomando en cuenta las características agrologicas y topográficas de la finca.

El sistema agroforestal tendrá un tamaño de 15 manzanas, cada manzana a su vez estará conformada por 7 sub-bloques de 860.16 m² cada uno.

DISEÑO DE PLANTACION



Como se puede observar en la imagen, la disposición de las especies forestales, los marcos de plantación y la densidad de población de cada una de las especies; se seleccionó de tal forma que se pudiese conseguir una distribución equilibrada según la arquitectura de cada especie, para evitar en lo menor posible competencia por agua y luz; así mismo se buscó como obtener la proporción de sombra adecuada para el desarrollo del cultivo de cacao.

Para el cultivo de plátano el sistema de producción será en doble surco para obtener una mayor densidad de población y por lo tanto una mayor producción, el marco de plantación seleccionado para esta especie es 0.85 metros entre planta, 1 metro entre surco y 6.4 metros entre doble surco, para tener así una densidad de población de 2,071 plantas por manzana.

En el caso del cultivo de cacao, este estará ubicado en el espacio restante entre los doble surcos del cultivo de plátano, el espaciamiento seleccionado para este cultivo es 3.2 por 3.2 metros, obteniendo así una densidad de población de 693 árboles de cacao por manzana.

Para las especies maderables de porte mediano (caoba y melina), el marco de plantación seleccionado fue de 12.8 por 12.8 metros, alternando una especie de la otra, para evitar ataques de plagas especialmente en las especies de caoba; la densidad de siembra por manzana para estas especies será de 42 plantas de caoba y 42 plantas de melina.

Y por último para la especie de porte alto (laurel), el marco de plantación seleccionado fue de 12.8 por 12.8 metros entre plantas ubicándolos al centro del cuadro que forman las especies forestales de porte mediano para conseguir así una distribución homogénea y obtener el nivel de sombra adecuado para el cultivo de cacao. Así mismo la disposición de las especies forestales permitirá una aireación adecuada del sistema, interceptando los vientos fuertes, evitando así el volcamiento de los cultivos perennes especialmente el cultivo de plátano que presenta un sistema radicular menos profundo.

4.2. DISEÑO DEL SUB-BLOQUE AGROFORESTAL



En la imagen se puede observar la conformación de un sub-bloque agroforestal, así mismo se puede observar la disposición de las diferentes especies según los marcos de plantación seleccionados. La geometría, distanciamiento entre ejemplares de la misma especie permitirá realizar un mejor manejo y tener un mayor control de las plagas y enfermedades en el SAF.

4.3. TIPIFICACION DEL SISTEMA AGROFORESTAL

Sub-bloque Agroforestal: 38.4 x 22.4 m (860.16 m²)

7 Sub-bloques: 6021.12 m²

Especie	Distancia (m)	Plantas x Sub-Bloque	Plantas x Mz
Plátano	eS ³⁴ 0.85 x 1	296	2072
	eSyS ³⁵ 6.4		
Cacao	3.2 x 3.2	99	693
Caoba	12.8 x 12.8	6	42
Melina	12.8 x 12.8	6	42
Laurel	12.8 x 12.8	6	42

Callejón y cortina rompe viento de 425.6 m lineales

Superficie: 1000.16 m²

Especie	Distancia (m)	Plantas x Sub-Bloque	Plantas x Mz
Caoba	Cada 16 m	8	20
Melina	Cada 16 m	9	21
Laurel	Cada 16 m	9	21

³⁴ Entre surco

³⁵ Entre surco y surco

4.4. PERSPECTIVA DEL DISEÑO AGROFORESTAL



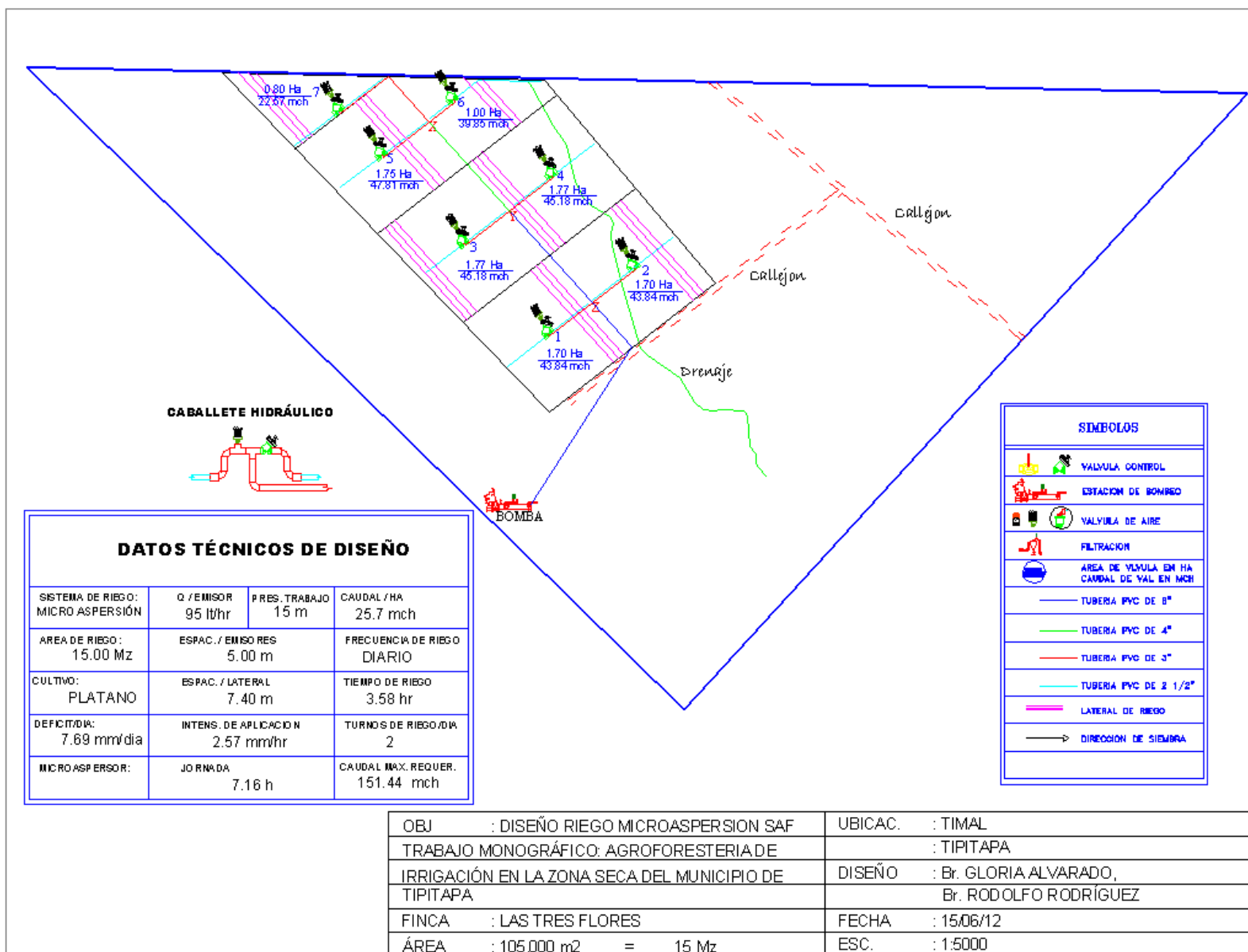
En la imagen se observa la arquitectura y geometría de las especies seleccionadas para el Sistema Agroforestal y como estas quedarán ubicadas en el campo definitivo para su manejo y explotación.

Se puede observar que en las esquinas opuestas se encuentran las especies forestales de Melina y Caoba; y en el centro del bloque se encuentra el árbol de Laurel, el cual se le definió esa posición por la altura que alcanza y de esta forma lograr un aprovechamiento eficiente de la luz por cada una de las especies.

El cultivo de plátano que servirá de sombra temporal se sembrará en doble surco para obtener una alta densidad de siembra y así obtener una alta producción en los cuatro años de explotación.

Se puede observar también que el cultivo de cacao se sembrará en medio de cada doble surco de plátano, ubicando dos hileras de cacao.

4.5. DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO



La figura anterior representa el Diseño Geométrico del sistema de riego, la ubicación y dimensiones del Sistema Agroforestal en la finca, en el diseño del riego se puede observar la disposición de todos y cada uno de los elementos que conformarán el sistema de riego (fuente de abastecimiento, equipo de bombeo, tubería conductora, tubería maestra ó manifold, valvulas, etc.).

Como ya se mencionó anteriormente, el área de explotación del sistema agroforestal será de 15 manzanas, la cual estará irrigada por microaspersión. El modelo de microaspersor seleccionado tiene un caudal de 95 lph y una intensidad de aplicación de 2.57 mm/hr. Con la capacidad de bombeo instalada, las 15 manzanas se irrigarán en dos turnos, siendo el tiempo de riego calculado de 3.58 hrs por cada turno, resultando una jornada de trabajo del equipo de bombeo de 7.16 horas.

El turno #1 estará conformado por las válvulas 1, 3 y 5; el turno #2 a su vez estará conformado por las válvulas 2, 4, 6 y 7. El turno crítico en este diseño es el turno #2 por lo que las dimensiones de tuberías utilizadas en el sistema serán las de este turno, el caudal máximo requerido que conducirá el sistema es de 151.45 mch. El diseño agronómico e hidráulico del sistema de riego se puede ver en el anexo No 2.

Cuadro No 9: Tabla resumen del diseño hidráulico del sistema de riego por microaspersión

DATOS TÉCNICOS DE DISEÑO			
SISTEMA DE RIEGO: MICRO ASPERSIÓN	Q / EMISOR 95 lt/hr	PRES. TRABAJO 15 m	CAUDAL / HA 25.7 mch
AREA DE RIEGO: 15.00 Mz	ESPAC. / EMISORES 5.00 m		FRECUENCIA DE RIEGO DIARIO
CULTIVO: PLATANO	ESPAC. / LATERAL 7.40 m		TIEMPO DE RIEGO 3.58 hr
DEFICIT/DIA: 7.69 mm/dia	INTENS. DE APLICACION 2.57 mm/hr		TURNOS DE RIEGO/DIA 2
MICROASPERSONOR:	JORNADA 7.16 h		CAUDAL MAX. REQUER. 151.44 mch

Fuente: Elaboración propia

4.6. ANALISIS FINANCIERO DEL PROYECTO

El análisis financiero es una técnica de evaluación del comportamiento operativo de una empresa, diagnóstico de la situación actual y predicción de eventos futuros y que, en consecuencia, se orienta hacia la obtención de objetivos previamente definidos.

4.6.1. Determinación de la inversión

Se refiere al total de los recursos monetarios que serán destinados para la adquisición de bienes físicos entre los cuales están: herramientas, equipos y semillas, así como otros activos que se utilizarán para el buen funcionamiento del proyecto.

4.6.1.1. Inversión en activos fijos

4.6.1.1.1. Inversión en terreno

Considera la adquisición de 15 Mz de tierras con características agroclimáticas y edáficas para el SAF. El tipo de cambio de córdobas a dólares es de 23.30 córdobas por dólar.

Terreno				
Descripción	Unidad	Costo unitario (US\$)	Cantidad	Costo total (US\$)
Compra de tierra	Mz	2,500.00	15.00	37,500.00

Inversión en tierras		
Descripción	Monto (C\$)	Monto (US\$)
Compra de tierra	866,250.00	37,500.00
Total	866,250.00	37,500.00

4.6.1.1.2. Inversión en infraestructura

Considera la infraestructura necesaria para el proyecto, principalmente relacionadas con el suministro de agua.

Infraestructura para agua		
Descripción	Monto (C\$)	Monto (US\$)
Pozo artesiano	233,000.00	10,000.00
Equipo de bombeo	581,568.00	24,960.00
Total	814,568.00	34,960.00

Los detalles del costo del equipo de bombeo pueden verse en el anexo 2.

4.6.1.1.3. Inversión en equipos

Consiste principalmente en equipos del sistema de riego.

Sistema de riego		
Descripción	Monto (C\$)	Monto (US\$)
Sistema Microaspersión	472,454.10	20,277.00
Total	472,454.10	20,277.00

Los detalles del costo del sistema de riego por microaspersión pueden verse en el anexo 2.

4.6.1.1.4. Inversión en herramientas

Refleja el monto total para adquirir las herramientas necesarias para llevar a cabo cada uno de las etapas del establecimiento y mantenimiento de los cultivos.

Herramientas			
Descripción	Cantidad	Monto (C\$)	Monto (US\$)
Machete	3	335.75	14.41
Azadón	3	549.41	23.58
Pico	3	549.41	23.58
Pala	3	488.37	20.96
Carretilla	2	1,526.15	65.50
Regadera	2	264.46	11.35
Rastrillo	2	203.41	8.73
Bomba	2	3,459.35	148.47
Total		7,376.31	316.58

4.6.1.1.5. Otras inversiones

Se refiere a otros gastos necesarios para el establecimiento del proyecto.

El costo del cercado (alambre de púas) de las tierras es el siguiente:

Cercas		
Longitud	3,350.00	m
Costo unitario	1.50	US\$/m
Costo total	5,025.00	US\$

El costo de las torres de vigilancia y cercado constituyen el rubro otras inversiones.

Otras inversiones		
Descripción	Monto (C\$)	Monto (US\$)
Torres de vigilancia	46,600.00	2,000.00
Cercas 3,350 m	117,082.50	5,025.00
Total	163,682.50	7,025.00

4.6.1.1.6. Inversión total en activos fijos

El monto total de la inversión en activos fijos es la que se muestra a continuación.

Inversión en activos fijos		
Descripción	Monto (C\$)	Monto (US\$)
Tierra	873,750.00	37,500.00
Infraestructura para agua	814,568.00	34,960.00
Sistema de riego	472,454.10	20,277.00
Herramientas	7,376.31	316.58
Otras inversiones	163,682.50	7,025.00
Total	2,331,830.91	100,078.58

4.6.1.2. Inversión en activos diferidos

Esta inversión contempla los gastos de organización y asesoría.

Activos diferidos. Asesoría		
Descripción	Monto (C\$)	Monto (US\$)
Diseño SAF y p. negocios	34,950.00	1,500.00
Servicios técnicos	69,900.00	3,000.00
Total	104,850.00	4,500.00

4.6.1.3. Capital de Trabajo

El capital de trabajo, es la inversión en efectivo adicional necesaria para que el proyecto inicie y mantenga operaciones. Constituye el conjunto de recursos indispensables en forma de activos circulantes para que el proyecto opere normal durante un ciclo productivo. Se considera cubrir el 50 % de los costos de operación del primer año.

Capital de trabajo.		
Descripción	Monto (C\$)	Monto (US\$)
Presupuesto	679,647.84	29,169.44
Total	679,647.84	29,169.44

4.6.1.4. Inversión total

La inversión total al inicio del proyecto es la suma de la inversión en activos fijos, diferidos y el capital de trabajo.

Inversión total		
Descripción	Monto (C\$)	Monto (US\$)
Activos fijos	2,331,830.91	100,078.58
Activos diferidos	104,850.00	4,500.00
Capital de trabajo	679,647.84	29,169.44
Total	3,116,328.75	133,748.02

4.6.1.5. Reinversiones

La reinversión se considera el gasto en reposición de activos a los cuales se les cumple su vida útil y se deben renovar para que el proyecto siga funcionando. Se puede elaborar un calendario de inversiones de reemplazo en función de la vida útil de cada activo.

La vida útil de los activos se puede apreciar en el anexo financiero, así como el cronograma de reinversión. Así mismo, se considera toda inversión que no se haga al inicio del proyecto como la inversión en equipo para cosecha.

4.6.1.5.1. Equipo para cosecha

Considera los equipos necesarios para la cosecha del cacao.

Equipo para cosecha					
Descripción	U/M	Cantidad	Costo unitario (C\$)	Costo total (C\$)	Costo total (US\$)
Machete corto	Unidad	3	110.00	330.00	14.16
Escalera tipo A	Unidad	2	1,338.00	2,676.00	114.85
Balde	Unidad	10	120.00	1,200.00	51.50
Tijeras para podar	Unidad	4	216.00	864.00	37.08
Cortador de ramas altas (Gavilana)	Unidad	3	461.00	1,383.00	59.36
Tijeras para cortar	Unidad	4	117.00	468.00	20.09

Serrucho para cortar	Unidad	4	239.00	956.00	41.03
Navajas para cortar	Unidad	4	126.00	504.00	21.63
Cajón fermentador	Unidad	20	300.00	6,000.00	257.51
Cajas para el secado	Unidad	20	200.00	4,000.00	171.67
Zarandas	Unidad	20	400.00	8,000.00	343.35
Pala para remover	Unidad	6	100.00	600.00	25.75
Total			26,981.00	1,157.98	

4.6.1.6. Reinversión total

Comprende la compra de herramientas al final de su vida útil y la compra de equipos para cosecha.

Flujo de reinversión (dólares)					
Calidad	2013	2014	2015	2016	2017
Herramientas		316.58		316.58	
Equipo para cosecha		1,157.98			
Total	0.00	1,474.56	0.00	316.58	0.00

4.6.2. Costos de producción del proyecto

Son los que se generan en el proceso de la siembra hasta la recolección de los frutos. Se incluyen los costos de insumos y costos de mano de obra.

4.6.2.1. Preparación del terreno

Es el costo de la preparación del terreno en las quince manzanas para la siembra de las distintas especies propuestas en el proyecto.

Preparación de terreno (US\$)					
Descripción	2013	2014	2015	2016	2017
Arado	515.02				
Gradeado	1,030.04				
Trazado de curvas a nivel	965.67				
Total	2,510.73				

4.6.2.2. Costos de insumos

Contempla los gastos de los insumos necesarios para el buen establecimiento y mantenimiento del cultivo en las quince manzanas proyectadas.

Las cantidades y costos unitarios de los insumos pueden verse en el anexo 4.

Costo insumo plátano (US\$)					
Descripción	2013	2014	2015	2016	2017
Semillas de plátano	5,922.75	0.00	0.00	0.00	0.00
Enraizadores	540.77	540.77	0.00	0.00	0.00
Regulador de PH	540.77	585.84	585.84	585.84	0.00
Quelatado	360.52	360.52	360.52	360.52	120.17
Engordador	875.54	1,094.42	1,094.42	1,094.42	656.65
Counter	463.52	502.15	502.15	502.15	309.01
Insecticida fungicida (curado semilla)	139.06	139.06	139.06	139.06	92.70
Completo soluble	1,492.53	1,634.68	1,634.68	1,634.68	710.73

Insecticida fungicida	566.52	623.18	623.18	623.18	283.26
Potasio	875.54	948.50	948.50	948.50	364.81
Completo NPK	1,442.06	1,562.23	1,562.23	1,562.23	901.29
Urea	1,030.04	1,115.88	1,115.88	1,115.88	643.78
Bolsas	0.00	804.72	804.72	804.72	804.72
Total	14,249.61	9,911.93	9,371.16	9,371.16	4,887.12

Costo insumo cacao (US\$)					
Descripción	2013	2014	2015	2016	2017
Plantas de cacao	16,358.37	0.00	0.00	0.00	0.00
Enraizador	270.39	0.00	0.00	0.00	0.00
Regulador de PH	270.39	270.39	270.39	270.39	270.39
Pasta sulfocalcica	115.88	115.88	115.88	115.88	115.88
Cal agrícola	54.72	54.72	54.72	54.72	54.72
Azufre	193.13	193.13	193.13	193.13	193.13
Oxícloruro de cal	54.72	54.72	54.72	54.72	54.72
Magnesio	38.63	38.63	38.63	38.63	38.63
Cobre	38.63	38.63	38.63	38.63	38.63
Urea	193.13	193.13	193.13	193.13	193.13
Completo 20-20-20	502.15	502.15	502.15	502.15	502.15
Compra de sacos	0.00	0.00	24.46	36.48	60.09
Total	18,090.13	1,461.37	1,485.84	1,497.85	1,521.46

Insumos y semilla forestal (US\$)					
Descripción	2013	2014	2015	2016	2017
Plantas maderable	1,738.20	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	1,738.20	0.00	0.00	0.00	0.00

4.6.2.2.1. Costo total de insumos

El total de los costos de insumo se refleja en el siguiente cuadro.

Costo insumo (US\$)					
Descripción	2013	2014	2015	2016	2017
Plátano	14,249.61	9,911.93	9,371.16	9,371.16	4,887.12
Forestal	1,738.20	0.00	0.00	0.00	0.00
Cacao	18,090.13	1,461.37	1,485.84	1,497.85	1,521.46
Total	34,077.94	11,373.30	10,857.00	10,869.01	6,408.58

4.6.2.3. Costos de mano de obra

Son los costos que se relacionan directamente con el personal contratado para realizar las distintas labores de mantenimiento, que van desde la limpieza del terreno hasta la recolección de los frutos.

Se considera el costo de la mano de obra permanente que trabaja en el SAF y la mano de obra contratada temporalmente para actividades específicas. Todos los costos están considerados para las 15 manzanas del SAF.

4.6.2.3.1. Mano de obra permanente

Existe personal contratado de forma permanente para labores establecidas en el proyecto.

- Prestaciones sociales**

El trabajador contratado de forma permanente es beneficiado por una serie de prestaciones sociales que debe asumir el empleador.

Prestaciones sociales del personal	
Descripción	Porcentaje
INSS	15.00%
Vacaciones	8.33%
Treceavo	8.33%
INATEC	2.00%
Total	33.66%

- Costo de la mano de obra permanente**

Considerando dos trabajadores permanentes.

Costo anual de mano de obra permanente				
Descripción	Cantidad	Salario mensual (C\$)	Costo anual total (C\$)	Costo anual total (US\$)
Trabajadores permanentes	2	4,000.00	96,000.00	4,120.17
Prestaciones sociales	33.66%		32,313.60	1,386.85
Total			128,313.60	5,507.02

Este costo se considera igual para todos los años del proyecto.

4.6.2.3.2. Mano de obra temporal

Se considera mano de obra temporal aquella contratada para actividades específicas, a estos trabajadores se estipula un pago de C\$ 80.00 el jornal de trabajo.

Costo mano de obra temporal cultivo plátano (US\$)					
Descripción	2013	2014	2015	2016	2017
Aplicación de Counter	154.51	154.51	154.51	154.51	0.00
Cosecha de plátano	412.02	1,991.42	1,888.41	1,819.74	412.02
Siembra de plátano	206.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Ácido amónico	103.00	103.00	103.00	103.00	0.00
Control de plaga y enfermedades	446.35	446.35	446.35	446.35	446.35
Curado de semilla	206.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Fertilización	583.69	583.69	583.69	583.69	0.00
Fertilización foliar	309.01	309.01	309.01	309.01	0.00
Hoyado	206.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	2,626.61	3,587.98	3,484.98	3,416.31	858.37

Mano de obra temporal forestal (US\$)					
Descripción	2013	2014	2015	2016	2017
Hoyado para maderable	515.02	0.00	0.00	0.00	0.00
Siembra de forestal	412.02				
Total	927.04	0.00	0.00	0.00	0.00

Costo de mano de obra temporal cacao (US\$)					
Descripción	2013	2014	2015	2016	2017
Hoyado para cacao	566.52	0.00	0.00	0.00	0.00
Siembra de cacao	772.53	0.00	0.00	0.00	0.00
Poda de formación	0.00	257.51	0.00	0.00	0.00
Poda de mantenimiento	0.00	0.00	497.85	497.85	497.85
Poda sanitaria	0.00	0.00	0.00	127.04	127.04
Regulación sombra de cacao	412.02	412.02	412.02	412.02	412.02
Cáseo y encalado de raíz	0.00	0.00	171.67	171.67	171.67
Fertilización de caldos minerales (9)	0.00	0.00	171.67	171.67	171.67
Fertilización de macro elementos (3)	0.00	0.00	0.00	343.35	343.35
Control de monilia (90)	0.00	0.00	755.36	755.36	755.36
Total	1,751.07	669.53	2,008.58	2,478.97	2,478.97

Costo de cosecha cacao (US\$)					
Descripción	2013	2014	2015	2016	2017
Cosecha	0.00	0.00	412.02	618.03	927.04

Costo de beneficiado cacao (US\$)					
Descripción	2013	2014	2015	2016	2017
Costo de beneficiado	0.00	0.00	360.52	463.52	669.53

- **Costo total de mano de obra temporal**

El costo total de mano de obra temporal contempla la suma de lo considerado para los tres rubros.

Costo mano de obra temporal (US\$)					
Descripción	2013	2014	2015	2016	2017
Plátano	2,626.61	3,587.98	3,484.98	3,416.31	858.37
Forestal	927.04	0.00	0.00	0.00	0.00
Cacao	1,751.07	669.53	2,008.58	2,478.97	2,478.97
Cosecha cacao	0.00	0.00	412.02	618.03	927.04
Beneficio cacao	0.00	0.00	360.52	463.52	669.53
Total	5,304.72	4,257.51	6,266.09	6,976.82	4,933.91

4.6.2.3.3. Costo total de mano de obra

El costo total de mano de obra considera la mano de obra permanente y la temporal.

Gasto total de mano de obra (US\$)					
Descripción	2013	2014	2015	2016	2017
Permanentes	5,507.02	5,507.02	5,507.02	5,507.02	5,507.02
Temporales	5,304.72	4,257.51	6,266.09	6,976.82	4,933.91
Total	10,811.74	9,764.53	11,773.12	12,483.85	10,440.93

4.6.2.4. Costos de riego y mantenimiento del sistema

Son los costos que se realizarán para el funcionamiento del equipo de riego y su mantenimiento.

Se consideran los siguientes parámetros para el funcionamiento del equipo de bombeo del sistema. Además un monto por mantenimiento de un 4 % del costo inicial.

Consumo de combustible motor Perkins	1	gl/hora
	3.7854	lt/gl
Consumo de combustible motor Perkins	3.7854	lt/hora
Uso de horas al día	5	hr/día
Uso de días al año	210	días
Consumo anual	1,050.00	gl/año
Consumo anual	3,974.67	lt/año
Precio promedio del diesel	28.00	C\$/lt
Precio promedio del diesel	1.20	US\$/lt

Costo Riego (US\$)					
Descripción	2013	2014	2015	2016	2017
Mantenimiento del equipo de bombeo	998.40	998.40	998.40	998.40	998.40
Consumo de combustible motor Perkins	4,776.43	4,776.43	4,776.43	4,776.43	4,776.43
Total	5,774.83	5,774.83	5,774.83	5,774.83	5,774.83

4.6.2.5. Costos de producción total

El costo de producción incluye: la preparación de tierra, los insumos, la mano de obra permanente y temporal y los gastos de funcionamiento del sistema de riego.

Costos de producción (US\$)					
Descripción	2013	2014	2015	2016	2017
Preparación de tierra	2,510.73	0.00	0.00	0.00	0.00
Insumos	34,077.94	11,373.30	10,857.00	10,869.01	6,408.58
Manos de obra	10,811.74	9,764.53	11,773.12	12,483.85	10,440.93
Riego	5,774.83	5,774.83	5,774.83	5,774.83	5,774.83
Total	53,175.24	26,912.66	28,404.94	29,127.69	22,624.34

4.6.3. Costos administración

Considera los gastos por administración de personal. Se refiere principalmente a un administrador del SAF.

Costo anual de gasto en personal administrativo				
Descripción	Cantidad	Salario mensual (C\$)	Costo anual total (C\$)	Costo anual total (US\$)
Administrador	1	7,500.00	90,000.00	3,862.66
Prestaciones sociales	33.66%		30,294.00	1,300.17
Total			120,294.00	5,162.83

Este costo se considera constante para todos los años.

Gasto en personal administrativo (US\$)					
Descripción	2013	2014	2015	2016	2017
Personal administrativo	5,162.83	5,162.83	5,162.83	5,162.83	5,162.83

4.6.4. Depreciación de activos fijos y amortización de activos diferidos

La depreciación está basada en el reconocimiento de que los fondos fijos se desgastan con el uso y el tiempo, sufriendo una pérdida de su valor debido a la transferencia del mismo al nuevo producto.

La depreciación se debe al desgaste gradual del fondo fijo (maquinaria, equipos, edificios, otros) o al principio de obsolescencia, el cual expresa que el artículo se vuelve anticuado cada año debido a la disponibilidad en el mercado de equipos más modernos. El valor de la depreciación se trata de distribuir en un número de años que corresponda a la vida útil del activo.

Se deprecia por el método de la línea recta, los valores de depreciación para cada insumo pueden verse en el anexo 4.

Flujo de depreciación (US\$)					
Calidad	2013	2014	2015	2016	2017
Infraestructura para agua	2,829.33	2,829.33	2,829.33	2,829.33	2,829.33
Sistema de riego	4,055.40	4,055.40	4,055.40	4,055.40	4,055.40
Herramientas	158.29	158.29	158.29	158.29	158.29
Otras inversiones	1,205.00	1,205.00	1,205.00	1,205.00	1,205.00
Equipo para cosecha			385.99	385.99	385.99
Total	8,248.02	8,248.02	8,634.02	8,634.02	8,634.02

Así mismo se considera el flujo de amortización de activos diferidos en los costos de operación. En la amortización de activos diferidos se distribuye el monto entre cinco años permitidos por la ley.

Flujo de amortización de activos diferidos (US\$)					
Calidad	2013	2014	2015	2016	2017
Amortización activos diferidos	900.00	900.00	900.00	900.00	900.00

4.6.5. Ingresos del Proyecto

Los ingresos directos son los generados por la venta del producto principal que genera el proyecto. Ingreso por venta de productos agrícolas debido al plan de producción dispuesto en el estudio técnico.

Los precios de los productos es el siguiente.

Precio para comercialización del plátano (C\$/unidad)					
Calidad	2013	2014	2015	2016	2017
Primera	2.40	2.45	2.50	2.60	2.70
Segunda	1.80	1.83	1.85	1.82	2.00
Tercera	1.50	1.55	1.57	1.52	1.75

Ingreso por producción plátano (US\$)					
Calidad	2013	2014	2015	2016	2017
Primera	10,218.78	50,432.84	49,181.10	48,900.98	11,409.69
Segunda	6,706.08	32,961.46	31,844.76	29,951.85	7,395.17
Tercera	3,991.71	19,941.55	19,303.58	17,867.67	4,621.98
Total	20,916.57	103,335.85	100,329.44	96,720.49	23,426.85

Precio de referencia para negociación de cacao (C\$/qq)					
Calidad	2013	2014	2015	2016	2017
Bien fermentado	2,940.00	3,087.00	3,241.35	3,403.42	3,573.59
Semi fermentado	2,310.00	2,425.00	2,546.78	2,674.11	2,807.82
Corriente	1,836.00	1,868.00	1,896.15	1,919.85	1,939.05

Ingreso por producción cacao (US\$)					
Calidad	2013	2014	2015	2016	2017
Primera	0.00	0.00	6,635.73	12,386.70	19,509.04
Segunda	0.00	0.00	2,557.71	4,774.38	7,519.66
Tercera	0.00	0.00	1,538.08	2,768.54	4,194.34
Total	0.00	0.00	10,731.51	19,929.61	31,223.04

El ingreso total es el siguiente:

Ingreso total (US\$)					
Calidad	2013	2014	2015	2016	2017
Plátano	20,916.57	103,335.85	100,329.44	96,720.49	23,426.85
Cacao	0.00	0.00	10,731.51	19,929.61	31,223.04
Total	20,916.57	103,335.85	111,060.96	116,650.10	54,649.89

Los detalles del cálculo pueden verse en el anexo 4.

4.6.6. Valores de rescate

Se trata de un ingreso extraordinario que se imputa en el último año del horizonte de planeamiento de la inversión. Conceptualmente se trata de recoger, al cerrar las cuentas del proyecto, el valor remanente de las inversiones asociadas al emprendimiento.

Valores de rescate (US\$)					
Calidad	2013	2014	2015	2016	2017
Terreno					37,500.00
Pozo artesiano					8,333.33
Equipo de bombeo					12,480.00
Torres de vigilancia					1,000.00
Herramientas					158.29
Total					59,471.62

4.6.7. Estado de Resultados

Proporciona un resumen financiero de los resultados operativos de la empresa durante un periodo específico, indicando cuanto se vendió y el costo de estas ventas, lo que se gastó o que se perdió en el periodo, la clase o concepto de estos gastos y los productos obtenidos en las transacciones. El estado de resultados común comprende un periodo de un año que termina en una fecha determinada. También se le conoce como estado de pérdidas y ganancias, estado de operación, de excedentes y pérdidas, de rendimientos o de desarrollo.

Estado de resultados (US\$)					
Descripción	2013	2014	2015	2016	2017
Ingresos	20,916.57	103,335.85	111,060.96	116,650.10	54,649.89
Costos de producción	53,175.24	26,912.66	28,404.94	29,127.69	22,624.34
Costos administrativos	5,162.83	5,162.83	5,162.83	5,162.83	5,162.83
Depreciación	8,248.02	8,248.02	8,634.02	8,634.02	8,634.02
Amortización activos diferidos	900.00	900.00	900.00	900.00	900.00
Utilidad	-46,569.52	62,112.33	67,959.17	72,825.57	17,328.70

4.6.8. Tasa Mínima Atractiva de Rendimiento (TMAR)

La TMAR se puede definir como:

$$\text{TMAR} = \text{Tasa de inflación} + \text{Premio al riesgo}$$

El premio al riesgo significa el verdadero crecimiento del dinero y se le llama así porque el inversionista siempre arriesga su dinero (siempre que no invierta en el banco) y por arriesgarlo merece una ganancia adicional sobre la inflación. Como el premio es por arriesgar, significa que a mayor riesgo, se merece mayor ganancia.

Para calcular el premio al riesgo se puede tomar como referencia lo siguiente:

Si se desea invertir en empresas productoras de bienes o servicios, deberá hacerse un estudio de mercado de esos productos. Si la demanda es estable, es decir, si tiene pocas fluctuaciones a lo largo del tiempo, y crece con el paso de los años, aunque sea en pequeña proporción y no hay una competencia muy fuerte de otros productores, se puede afirmar que el riesgo de la inversión es relativamente bajo y el valor del premio al riesgo puede fluctuar del 3 % al 5 %. Posterior a esta situación de bajo riesgo vienen una serie de situaciones de riesgo intermedio, hasta llegar a la situación de mercado de alto riesgo, con condiciones opuestas a la de bajo riesgo, pero caracterizadas principalmente por fuertes fluctuaciones en la demanda del producto y una alta competencia en la oferta. En caso de alto riesgo en inversiones productivas el valor del premio al riesgo siempre está arriba de un 12 % sin un límite superior definido.

En el proyecto se considera una tasa para cubrir la inflación de 8 %, que es la inflación aproximada anual del país. La tasa como premio al riesgo se define como 12 %, porque es un producto del sector agrícola que está sometido a muchas incertidumbres. La tasa mínima atractiva de rendimiento es la suma de ambas; 8 % + 12 %, o sea, 20 %.

Para el análisis del flujo de caja con financiamiento se considera una tasa mínima atractiva de rendimiento ajustada por la influencia de la tasa del préstamo.

Tasa ajustada			
Tasa sin préstamo	20%	50%	10.0%
Tasa del préstamo	14%	50%	7.0%
Tasa combinada			17.0%

4.6.9. Financiamiento del Proyecto

4.6.9.1. Tasa bancaria para el préstamo al inversionista

La tasa bancaria de préstamo que actualmente se utiliza en el país depende del sector en que está ubicado el proyecto y del plan de negocios del proyecto. Actualmente, el sector agrícola puede acceder a préstamos que pueden ser de bajo interés o sea para fomentar la producción.

Se considera un financiamiento del 50 % del monto de la inversión, una tasa de interés de 14 % anual y un plazo de cuatro años, para pagar el préstamo. El monto a pagar se determina mediante cuotas niveladas.

4.6.9.2. Amortización del préstamo por medio de cuota nivelada

El pago mediante cuota nivelada es el siguiente:

Préstamo		
Préstamo (US\$)	66,873.81	
Periodo	4	años
Tasa del préstamo	14%	anual
Anualidad (US\$)	22,951.41	

El flujo de pago del préstamo es:

Flujo de amortización del préstamo (US\$)				
Descripción	Años			
	2013	2014	2015	2016
Deuda al inicio del periodo	66,873.81	53,284.73	37,793.18	20,132.82
Intereses	9,362.33	7,459.86	5,291.05	2,818.59
Principal	13,589.08	15,491.55	17,660.37	20,132.82
Cuotas	22,951.41	22,951.41	22,951.41	22,951.41
Deuda al final del periodo	53,284.73	37,793.18	20,132.82	0.00

4.6.10. Flujo de Caja del Proyecto

El flujo de caja en cualquier proyecto se compone de cuatro elementos básicos: los egresos iniciales de fondos, los ingresos y egresos de operación, el momento en que incurren estos ingresos y egresos, el valor de desecho o salvamento del proyecto.

Flujo de caja sin financiamiento (US\$)						
Descripción	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Ingresos		20,916.57	103,335.85	111,060.96	116,650.10	54,649.89
Costos de producción		53,175.24	26,912.66	28,404.94	29,127.69	22,624.34
Costos administrativos		5,162.83	5,162.83	5,162.83	5,162.83	5,162.83
Depreciación		8,248.02	8,248.02	8,634.02	8,634.02	8,634.02
Amortización activos diferidos		900.00	900.00	900.00	900.00	900.00
Utilidad		-46,569.52	62,112.33	67,959.17	72,825.57	17,328.70
Depreciación		8,248.02	8,248.02	8,634.02	8,634.02	8,634.02
Amortización activos diferidos		900.00	900.00	900.00	900.00	900.00
Inversión	133,747.62					
Re inversión		0.00	1,474.56	0.00	316.58	0.00
Valores de rescate		0.00	0.00	0.00	0.00	59,471.62
Capital de trabajo						29,169.04
Flujo de caja	-133,747.62	-37,421.50	69,785.79	77,493.18	82,043.01	115,503.37

Flujo de caja con financiamiento (US\$)						
Descripción	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Ingresos		20,916.57	103,335.85	111,060.96	116,650.10	54,649.89
Costos de producción		53,175.24	26,912.66	28,404.94	29,127.69	22,624.34
Costos administrativos		5,162.83	5,162.83	5,162.83	5,162.83	5,162.83
Depreciación		8,248.02	8,248.02	8,634.02	8,634.02	8,634.02
Amortización activos diferidos		900.00	900.00	900.00	900.00	900.00
Costos financieros		9,362.33	7,459.86	5,291.05	2,818.59	0.00
Utilidad		-55,931.86	54,652.47	62,668.12	70,006.97	17,328.70
Depreciación		8,248.02	8,248.02	8,634.02	8,634.02	8,634.02
Amortización activos diferidos		900.00	900.00	900.00	900.00	900.00
Inversión	133,747.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Re inversión		0.00	1,474.56	0.00	316.58	0.00
Préstamo	66,873.81					
Pago del préstamo al principal		13,589.08	15,491.55	17,660.37	20,132.82	0.00
Valores de rescate		0.00	0.00	0.00	0.00	59,471.62
Capital de trabajo		0.00	0.00	0.00	0.00	29,169.04
Flujo de caja	-66,873.81	-60,372.91	46,834.38	54,541.77	59,091.60	115,503.37

4.6.11. Evaluación Financiera del Proyecto

4.6.11.1. Valor Actual Neto (VAN)

Un proyecto de inversión podría resultar en una serie de flujos netos de caja sobre el tiempo. Los flujos en los primeros años salen como las inversiones realizadas, posteriormente se convierten en positivos, quizás gradualmente, cuando las nuevas facilidades comienzan a generar ingresos en excesos sobre los costos periódicos.

En el análisis de los flujos de caja del proyecto sin financiamiento este presenta un VAN de 14,359.46 y en el flujo de caja con financiamiento el VAN es de 34,009.45, ambos valores son positivos.

Si el valor presente neto es positivo, entonces el proyecto puede cubrir todo sus costos financieros con algún beneficio sobrante para la empresa. Si es negativo el proyecto no puede cubrir sus costos financieros y no debe ser emprendido.

4.6.11.2. Tasa Interna de Retorno (TIR)

Es la tasa de descuento por la cual el VAN es igual a cero; es la tasa que iguala la suma de los flujos descontados a la inversión inicial. En este caso el proyecto se acepta si la TIR es mayor que la Tasa Mínima Atractiva de Rendimiento (TMAR).

En el análisis de los flujos de caja del proyecto sin financiamiento se encuentra una TIR de 23.11 % y en el flujo de caja con financiamiento la TIR es 26.62 %, ambas tasas son mayores que la TMAR que es de 20 % y 17 % respectivamente.

4.6.11.3. Período de recuperación

El período de recuperación de la inversión en el proyecto se da al segundo año de ejecución del mismo (2014), pues en este año los números comienzan a ser positivos, lo cual indica que el dueño del proyecto ya está teniendo utilidades de la inversión, siendo estas utilidades de US\$ 69,785.79 sin financiamiento y de US\$ 46,834.38 con financiamiento.

4.7. ANALISIS AMBIENTAL DEL SISTEMA AGROFORESTAL

- El sitio donde se perforará el pozo artesiano se ubica sobre el manto acuífero entre los principales lagos de Nicaragua “Xolotlán y Cocibolca”, reconocido este lugar por su alta capacidad de producción de agua, que permitirá hacer uso y aprovechamiento del recurso, sin ocasionar escases a otros consumidores de este vital líquido.
- Se instalará un sistema de riego que consiste en tecnología de microaspersión, que permite aprovechar y consumir el agua necesaria para el área productiva y evitar desperdicios innecesarios.
- Con la cobertura boscosa del sistema de producción propuesto se protegerá y conservará el suelo y el agua, evitando el impacto negativo que genera la radiación solar sobre el ecosistema, además servirá de descanso a aves migratorias y refugio para animales silvestres que serán resguardados de la casería indiscriminada.
- Se realizará una labranza única del suelo y se evitará utilizar equipos muy pesados que compactan la superficie.
- Se realizará un plan de fertilización que se orienta a satisfacer las necesidades básicas de las plantas, utilizando productos ya conocidos por nuestra agricultura nacional y que están aprobados por los organismos rectores, evitando en lo posible utilizar productos dañinos al medio ambiente y que permanecen activos por mucho tiempo.
- El manejo integrado de plagas consistirá en medidas preventivas con pequeñas dosis y utilizando productos de baja toxicidad para evitar la eliminación de controladores biológicos y depredadores de las plagas, así también evitar la eliminación de la micro fauna que contribuye a la polinización.
- Está contemplado el cuidado permanente del área cubierta por el SAF, con el fin de prevenir los incendios forestales considerados de alta intensidad y peligrosidad en este lugar.
- La plantación agroforestal contempla introducir especies en peligro de extinción que vienen a favorecer la preservación de la misma.
- Con la plantación agroforestal, permitirá ser parte catalizadora para brindar servicios y bienes ambientales como es la fijación de carbono y mitigación a las afectaciones del cambio climático y el calentamiento global producto de los gases de efecto invernadero.
- El SAF mejorará el microclima de las zonas aledañas disminuyendo las temperaturas y aumentando la humedad relativa.

5. CONCLUSIONES

1. El diseño espacial del Sistema Agroforestal (SAF), se realizó de tal forma que las especies seleccionadas no compitiesen entre ellas misma ni con las demás por el agua, luz y elementos nutritivos; por esta razón se ubicaron en cada eje del bloque agroforestal las especies forestales de mediana altura (Caoba y Melina) y al centro del bloque la especie forestal de gran altura (Laurel).
2. El cultivo de plátano servirá de sombra temporal al cultivo de cacao en el SAF y a su vez será una fuente de ingresos que apalancarán los gastos de inversión para el manejo del SAF. El sistema de siembra seleccionado para este cultivo es de alta densidad lo cual permitirá obtener un alto volumen de producción.
3. El estudio financiero del proyecto se realizó para un período de 5 años, analizándolo con financiamiento y sin financiamiento. En el análisis de flujos de caja del proyecto sin financiamiento este presento un VAN de US\$ 14,359.46 y con financiamiento el VAN fue de US\$ 34,009.45 siendo ambos valores positivos.
4. La Tasa Interna de Retorno (TIR), en el análisis de flujo de caja sin financiamiento se encontró una TIR de 23.11% y con financiamiento la TIR fue de 26.62%, ambas tasas son mayores que la tasa mínima atractiva de retorno (TMAR) que es de 20% y 17% respectivamente.
5. En cuanto a los resultados del análisis ambiental del proyecto, todos los impactos en el medio ambiente de la zona son positivos, pues beneficiará a la flora y fauna del lugar y aves migratorias y sobre todo habrá una importante recuperación de suelos que por la agricultura y ganadería intensiva se habían visto destruidos.

6. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda al propietario del proyecto realizar la inversión inicial del proyecto con un financiamiento de un 50% solicitado a una institución bancaria, ya que de esta forma habrá una mayor recuperación del capital.
2. En la medida de lo posible, expandir las áreas de producción del SAF, para generar más beneficios a la zona y hacer al proyecto económicamente más rentable.
3. Intercambiar los conocimientos y resultados obtenidos en el proyecto con otros productores, en congresos y ferias agrícolas para mejorar la producción de alimentos asociándolos con otros cultivos y de esta forma erradicar la cultura del monocultivo que tanto destruye y contamina los recursos hídricos y el suelo.

7. BIBLIOGRAFÍA

Batista, L.; 2009. Guía Técnica el Cultivo de Cacao en la República Dominicana. Santo Domingo, República Dominicana.

Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA). 2002. Guía técnica cultivo del plátano. San Salvador, El Salvador.

Doorenbos J. y Kassam A. H. 1998. Efectos del Agua Sobre el Rendimiento de los Cultivos. Estudio FAO Riego y Drenaje 33. FAO. ROMA.

Gurovich R., L.A. 1999. Riego Superficial Tecnificado. Segunda Edición Editorial Alfaomega. Universidad Católica de Chile.

López T. G. 2007. Sistemas agroforestales 8. SAGARPA. Subsecretaría de Desarrollo Rural. Colegio de Post-graduados. Puebla.

Mendieta, M; Rocha, L. 2007. Sistemas Agroforestales. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua.

Ministerio de Agricultura. Programa para el desarrollo de la Amazonia PROAMAZONIA. 2004. "Manual del cultivo del cacao". Perú.

Moya, R. 2002. Evaluación de las características y propiedades tecnológicas para la melina (Gmelina arborea) provenientes de plantaciones forestales. ITCR, Cartago. Costa Rica.

Ortiz A; Riascos L. 2006. Almacenamiento y fijación de carbono del sistema agroforestal Cacao (*Theobroma cacao* L) y Laurel (*Cordia alliodora*) en la reserva indígena de Talamanca, Costa Rica. Universidad de Nariño. San Juan de Pasto, Colombia.

Paz Fong, F. 2008. Determinación de la composición química de la madera obtenida del primer clareo en árboles de melina (*Gmelina arborea* Roxb.), de una plantación proveniente del departamento de Izabal. Trabajo de graduación para optar al título de Ingeniero Químico. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.

Palencia, G. E et al. 2006. Especies forestales para uso en sistemas agroforestales con cacao. Corporación Colombiana de Investigadores Agropecuarios (CORPOICA). Bucaramanga, Colombia.

Proyecto de Modernización de los Servicios de Tecnología Agrícola (PROMOSTA). Abril, 2005. Guías Tecnológicas de Frutas y Vegetales. San José, Costa Rica.

Rojas F. et al. 2004. Manual para productores de melina. Cartago, Corta Rica.

Rodríguez M; Guerrero M. Diciembre 2002. Guía técnica cultivo de plátano. CENTA. San Salvador, El Salvador.

Rodas R. A; Cisneros. P. 2000. Principios de riego por microaspersión. Ministerio de Agricultura y Ganadería. División de Riego y Drenaje. San Salvador, El Salvador.

Tovar R. E. 1993. Hidráulica Elemental. UACH. Dirección de Difusión Cultural. Departamento de Irrigación, Chapingo, México.

<http://www.unalmed.edu.co/~lpforest/PDF/Caoba,%20palo%20santo.pdf>, consultado el 25 de febrero del 2012.

<http://www.plycocr.com/modules/info2/index.php?id=4>, consultado el 24 de febrero del 2012.

<http://www.revista-mm.com/ediciones/rev55/forestalsemillero.pdf>, consultado el 27 de febrero del 2012.

http://herbaria.plants.ox.ac.uk/adc/downloads/capitulos_especies_y_anexos/cordia_alliodora.pdf, consultado el 27 de febrero del 2012.

<http://html.rincondelvago.com/riego-por-microaspersion.html>, consultado el 28 de febrero de 2012.

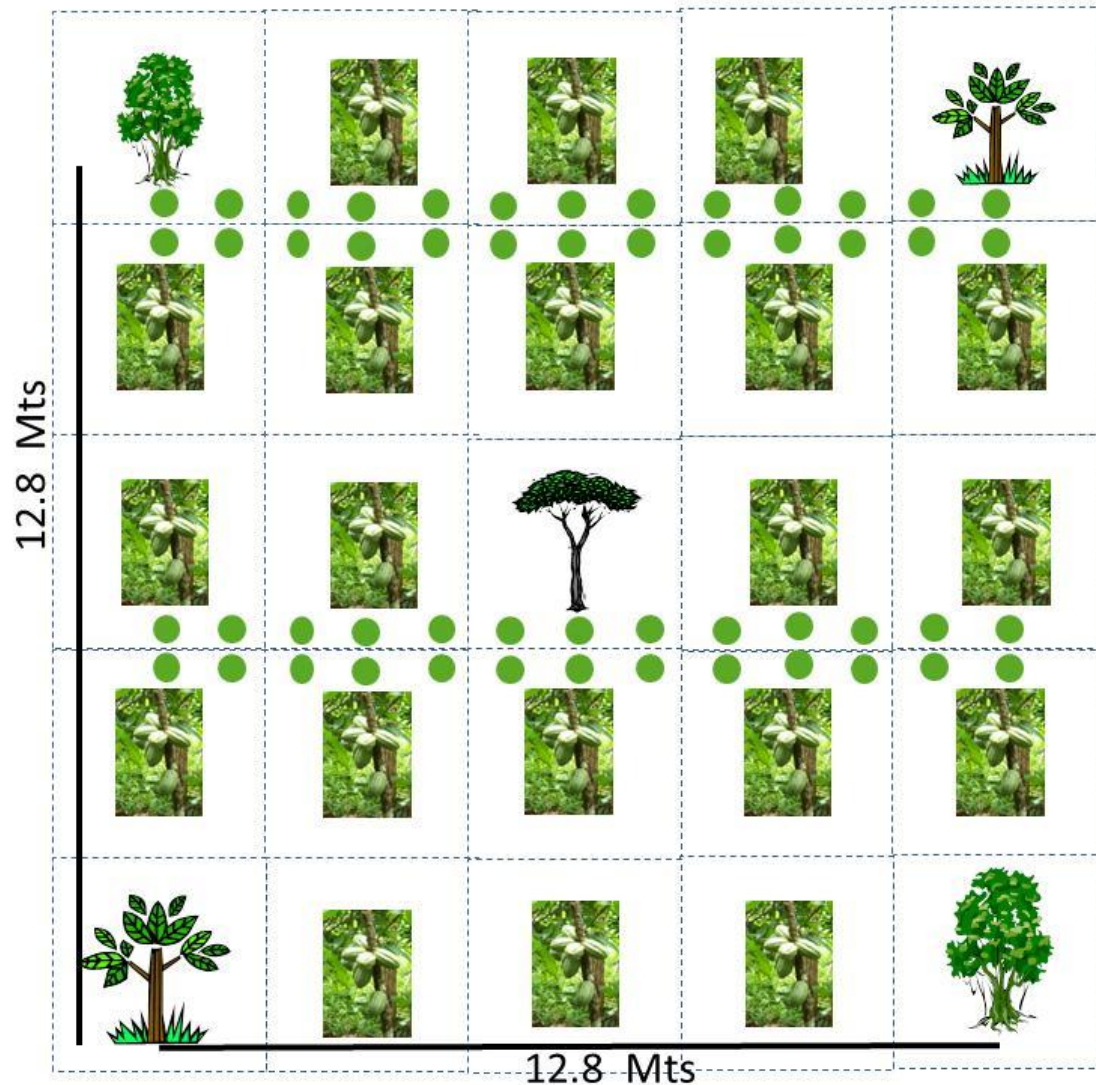
<http://www.monografias.com/trabajos16/metodos-evaluacion-economica/metodos-evaluacion-economica.shtml>, consultado el 28 de febrero del 2012.

8. ANEXOS

ANEXO 1: IMAGENES

Imagen No 1: Diseño de la plantación en el Sistema Agroforestal

DISEÑO DE PLANTACION



ESPECIFICACION

Cacao: $3.2 \times 3.2 = 693$ Árboles/Mz.

Plátano: e.s. $0.85 \times 1 \times$ e.s.y s. $6.4 = 2,071$ plantas/Mz.

Madera preciosa (2 especies de porte medio): $12.8 \times 12 = 84$ árboles/Mz (42 melina y 42 Caoba).

Madera preciosa (1 especie de porte alto): $12.8 \times 12.8 = 42$ árboles de laurel/Mz

SIMBOLOGIA



Cacao



Melina



Caoba



Laurel



Plátano

Imagen No 2: Distribución de la plantación en el sub-bloque agroforestal



Imagen No 3: Perspectiva tridimensional de la plantación agroforestal en el sub-bloque del SAF



Br. Gloria Lidieth Alvarado Solano, Br. Rodolfo Rodríguez Ruiz

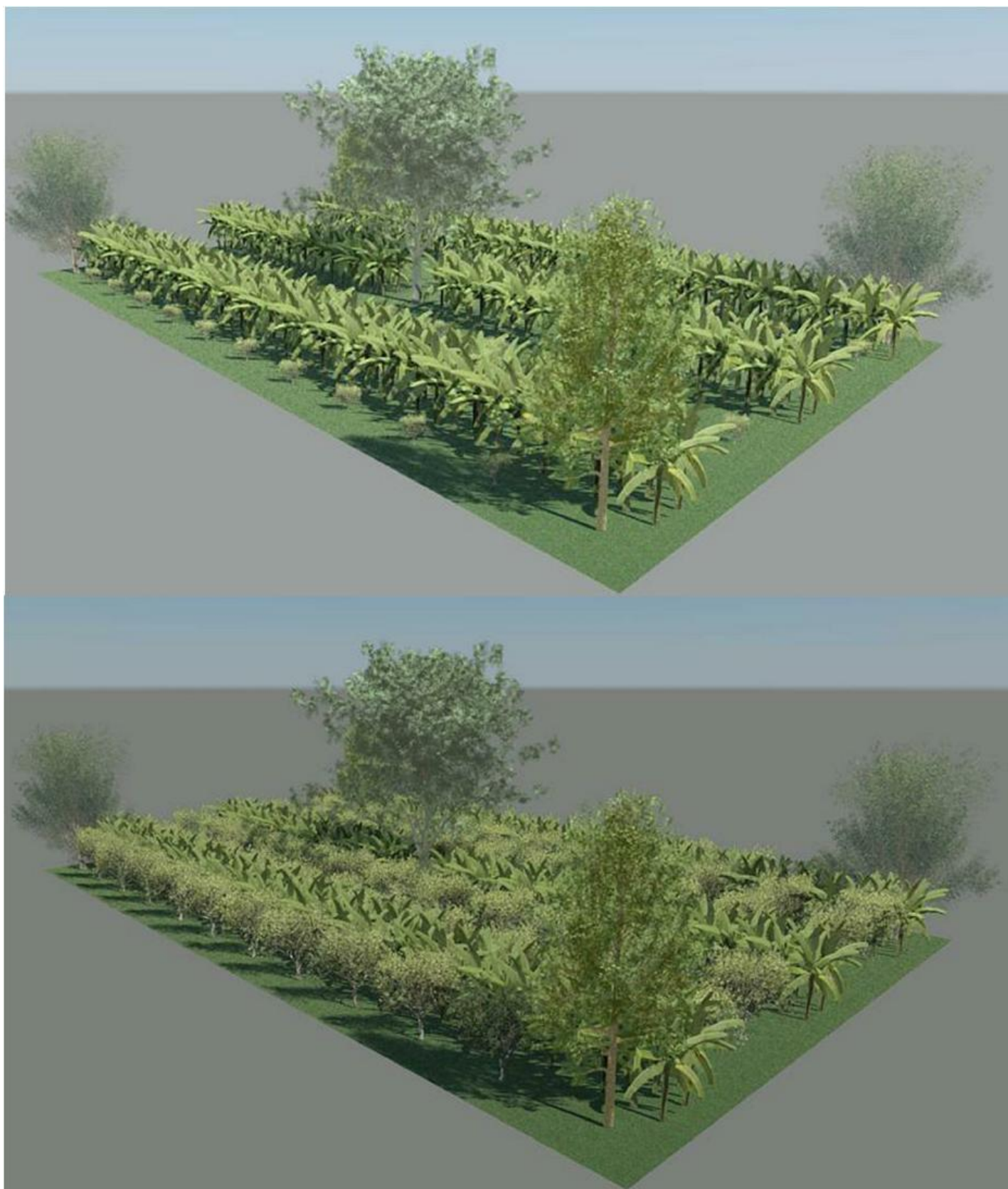
Imagen No 4: Perspectiva tridimensional de la plantación agroforestal en el sub-bloque del SAF



Imagen No 5: Perspectiva tridimensional de la plantación agroforestal en el sub-bloque del SAF



Imagen No 6: Perspectiva tridimensional de la plantación agroforestal en el sub-bloque del SAF



ANEXO 2: DISEÑO AGRONOMICO, HIDRAULICO Y GEOMETRICO DEL SISTEMA DE RIEGO POR MICROASPERSION

FORMULAS A UTILIZAR EN EL DISEÑO

1. DISEÑO AGRONOMICO

- **Norma Neta del suelo**

$$Nn = 100 \times Da \times H \times Cc - PMP \times 23$$

Donde:

Da = Densidad aparente (gr/cm³)

H = Profundidad radicular (m)

Cc = Capacidad de campo (%)

PMP = Punto de marchitez permanente (%)

Nn = Norma neta (mm)

- **Norma Bruta del suelo**

$$Nb = \frac{Nn \text{ diseño}}{\text{Eficiencia}}$$

Donde:

Nb = Norma bruta (mm)

Eficiencia = Eficiencia del sistema de riego dependiendo del clima.

Nn = Norma neta (mm)

- **Norma Bruta del cultivo**

$$Nb = \frac{Nn \text{ cultivo}}{\text{Eficiencia}}$$

Donde:

Nb = Norma bruta del cultivo (mm/día)

Nn = Norma neta del cultivo (mm/día)

Eficiencia = Eficiencia del sistema de riego dependiendo del clima.

- **Necesidades Totales**

$$Nt = \frac{Nn}{1 - k \text{ Cu}}$$

Donde:

K = (1 - eficiencia)

Cu = Coeficiente de uniformidad

Nn: Norma neta del cultivo (mm/día)

- **Necesidades diarias por planta**

$$Npl = Nt \times Sp \times Ss$$

Donde:

Npl = Necesidades totales del cultivo (mm/día)

Sp = Separación entre plantas (m)

Ss = Separación entre surcos (m)

- **Área mojada por emisor**

$$Ae = \frac{\pi \times D^2}{4}$$

Donde:

D = Diámetro de mojado del emisor (m)

Ae = Área mojada por emisor (m²)

- **Plantas regadas por emisor**

$$Np = Ae \times \# \text{ plantas por } m^2$$

Np = Número de plantas regadas por emisor

Ae = Área mojada por emisor (m²)

- **Dosis de riego**

$$Dp = \frac{\text{Uso consuntivo} \times Ae}{\# \text{ plantas por emisor}}$$

Donde:

Dp = Dosis de riego (lt/planta/día)

Ae = Área mojada por emisor (m²)

- **Número de emisores por planta**

$$\text{Número emisores por planta} = \frac{1}{\text{Plantas regadas por emisor}}$$

- **Tiempo de aplicación**

$$Ta = \frac{Dp}{\# \text{ emisores por planta} \times q_{med}}$$

Donde:

Ta = Tiempo de aplicación (hr)

Dp = Dosis de riego (lt/planta/día)

qmed = Caudal nominal del microaspersor (lph)

2. DISEÑO HIDRAULICO

a. Diseño de la tubería lateral

El diámetro de la tubería lateral se escoge según la conveniencia del usuario cuando se utilizan mangueras de polietileno, y no se basan realmente en un cálculo realizado por este usuario sino en recomendaciones del fabricante según tipo de microaspersor, el número de microaspersores en el lateral y la distancia que hay entre los emisores, basándose en cálculos previos.

Al utilizar mangueras de polietileno podemos escoger entre mangueras de diámetro de 16 mm, 20 mm y 25 mm, las que se escogen según las características antes mencionadas.

- **Cálculo del caudal de la tubería lateral**

$$q_{lat} = \# \text{ emisores por lateral } \times \text{ caudal del emisor}$$

Donde:

q_{lat} = Caudal que pasa por la tubería lateral (lps)

- **Cálculo de la pérdida unitaria BLASIU (m/100m)**

$$J = 7.89 \times 10^{-7} \frac{Q^{1.75}}{D^{4.75}}$$

Donde:

Q = Caudal del lateral (lps)

D = Diámetro interior del lateral (mm)

- **Cálculo de la pérdida unitaria corregida por las pérdidas de conexión de los emisores en (m/100m)**

$$J' = J \cdot Se + Fe \cdot Se$$

Donde:

J = Pérdida unitaria (m/100m)

Fe = Factor de corrección. Depende del tipo de unión y el diámetro del lateral (m)

Se = Separación entre emisores (m)

- **Cálculo de la pérdida de carga (hf) en una tubería lateral**

$$h_f = J' \times F \times L \div 100$$

Donde:

J' = Pérdida unitaria corregida (m/100m)

F = Factor de Christiansen (De tabla)

L = Longitud de la tubería lateral (m)

- **Cálculo de la presión a la entrada del lateral (H lat) en metros**

$$h_{lat} = h_0 + \frac{3}{4} h_f \pm 0.5 \cdot Sl \div 100$$

Donde:

h_0 = Presión nominal del microaspersor (m)

h_f = Pérdida de carga en la tubería lateral (m)

Sl = Pendiente del terreno por longitud del lateral (%)

- **Presión mínima en el lateral**

$$h_n = h_{lat} - h_f + 1m$$

Donde:

h_n = Presión mínima en el lateral (m)

h_{lat} = Presión a la entrada del lateral (m)

h_f = Pérdida de carga en la tubería lateral (m)

- **Pérdida de carga permisible en la tubería lateral**

$$h = h_{lat} - h_n$$

Donde:

h = Pérdida de carga permisible en el lateral (m)

h_{lat} = Presión a la entrada del lateral (m)

h_n = Presión mínima en el lateral (m)

b. Diseño de la tubería Maestra ó Manifold

- **Cálculo del caudal de la tubería Maestra**

$$q_{maestra} = \# \text{ laterales } \times q_{lat}$$

Donde:

$q_{maestra}$ = Caudal de la tubería maestra (lps)

q_{lat} = Caudal del lateral (lps)

- **Cálculo de la pérdida unitaria (m/100m)**

$$J = 7.89 \times 10^7 \frac{Q^{1.75}}{D^{4.75}}$$

Donde:

Q = Caudal de la maestra (lps)

D = Diámetro interior de la tubería maestra (mm)

- **Cálculo de la pérdida unitaria corregida por las pérdidas de conexión de los laterales en (m/100m)**

$$J' = J \quad Sl + Fe \quad Sl$$

Donde:

J = Pérdida unitaria (m/100m)

Fe = Factor de corrección. Depende del tipo de unión y el diámetro de la tubería maestra (manifold) en metro.

Sl = Separación entre laterales (m)

- **Cálculo de la pérdida de carga (h_f) en la tubería maestra (manifold)**

$$h_f = J' \times F \times L \quad 100$$

Donde:

J' = Pérdida unitaria corregida (m/100m)

F = Factor de Christiansen (De tabla)

L = Longitud de la tubería Maestra (m)

- **Cálculo de la presión a la entrada de la tubería Maestra (H maestra) en metros**

$$h_{maestra} = h_{lat} + \frac{3}{4} h_f \pm 0.5 \quad Sl \quad 100$$

Donde:

H_{lat} = Carga a la entrada del lateral (m)

h_f = Pérdida de carga en la tubería maestra (m)

SI = Pendiente del terreno por longitud de la tubería maestra (%)

c. Diseño de la tubería conductora

Para el cálculo de la tubería conductora hacemos uso del método de velocidad permisible para rangos entre 1.2 y 1.5 m/s.

$$Q = V \times A$$

$$Q = V \times \frac{\pi \times D^2}{4}$$

$$D = \sqrt[4]{\frac{4 \times Q}{\pi \times V}}$$

Donde:

Q = Caudal que pasa por la tubería conductora (m³/s)

V = Velocidad máxima permisible (1.5 m/s)

D = Diámetro de la tubería conductora (m)

- **Cálculo de pérdida unitaria (m/100m)**

$$J = 7.89 \times 10^{-7} \frac{Q^{1.75}}{D^{4.75}}$$

Donde:

Q = Caudal de la tubería conductora (lps)

D = Diámetro interior de la tubería conductora (mm)

- **Pérdida de carga en la tubería conductora**

$$h_f = J \times L \times 100$$

Donde:

J = Pérdida unitaria en la tubería conductora (m/100m)

L = Longitud de la tubería conductora (m)

- **Sumatoria de las pérdidas de carga**

$$h_f = h_{f_{conductora}} + h_{f_{maestra}} + h_o + h_{f_{acc}} + h_{f_{locales}} \pm \Delta Z$$

Donde:

$h_{f_{conductora}}$ = Pérdidas de carga en la tubería conductora (m)

$h_{f_{maestra}}$ = Pérdidas de carga en la tubería maestra (m)

h_o = Presión nominal del microaspersor (m)

$h_{f_{acc}}$ = Pérdida de carga en los accesorios (m)

$h_{f_{locales}}$ = Pérdidas de cargas locales (m)

ΔZ = Diferencia de altura (m)

- **Cálculo de la Carga Total Dinámica**

$$CTD = hf + NDB$$

Donde:

CTD = Carga total dinámica (m)

Σhf = Sumatoria de las pérdidas de carga (m)

NDB = Nivel dinámico de bombeo (m)

- **Cálculo de la potencia del equipo de bombeo**

$$Hp = \frac{Q \times CTD}{270 \times Ef} \times Fs$$

Donde:

HP = Potencia del equipo de bombeo (Hp)

Q = Caudal que pasa por la conducción (m³/hr)

CTD = Carga total dinámica (m)

Ef = Eficiencia del equipo de bombeo (%)

Fs = Factor de Seguridad, (1.20) para motor de combustión interna.

DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO POR MICROASPERSION

DATOS NECESARIOS:

Cultivo: Plátano

Área: 10.5 Ha = 15 Mz

Uso consuntivo máximo diario: 7.69 mm

Profundidad radicular: 0.60 m

Densidad aparente del suelo (Da) = 1.31 gr/cm³ (Ver anexo 5)

Capacidad de Campo (Cc) = 25.8% (Ver anexo 5)

Punto de Marchitez Permanente = 14.8% (Ver anexo 5)

Frecuencia de riego: 1 día

Método de riego: Microaspersión

Modelo del microaspersor: Dan 2001

Boquilla: Color amarillo (diámetro 1.75 mm)

Caudal de la boquilla: 95 lph

Presión de trabajo: 20 mca

Diámetro mojado: 7.5 m

Diámetro del lateral: 20 mm, diámetro interno 18.2 mm

Espaciamento entre emisores: 5 m

Espaciamento entre laterales: 7.4 m

Numero de emisores en el lateral: 14

Marco de plantación: 0.85 x 1 x 6.4 m

Caudal disponible: 600 GPM

Caudal neto disponible: 540 GPM

Nivel dinámico de Bombeo: 100 pies

DISEÑO AGRONOMICO

- **Norma Neta del suelo**

$$Nn = 100 \times Da \times H \times Cc - PMP \times 2_3$$

$$Nn = 100 \times 1.31 \frac{gr}{cm^3} \times 0.60m \times 25.8 - 14.8 \times 2_3$$

$$Nn = 576.4 \text{ m}^3 \text{ Ha}$$

$$Nn = \frac{576.4 \text{ m}^3 \text{ Ha}}{10 \text{ m}^3 \text{ Ha}}$$

$$Nn = 57.64 \text{ mm}$$

- **Norma Bruta del suelo**

$$Nb = \frac{Nn \text{ diseño}}{\text{Eficiencia}}$$

$$Nb = \frac{57.64 \text{ mm}}{0.90}$$

$$Nb = 64.04 \text{ mm}$$

- **Norma Bruta del cultivo**

$$Nb = \frac{Nn \text{ cultivo}}{\text{Eficiencia}}$$

$$Nb = \frac{7.69 \text{ mm}}{0.90}$$

$$Nb = 8.54 \text{ mm}$$

- **Necesidades Totales**

$$Nt = \frac{Nn}{1 - k \text{ Cu}}$$

$$Nt = \frac{7.69 \text{ mm}}{1 - 1 - 0.9 \text{ 0.9}}$$

$$Nt = 9.49 \text{ mm/día}$$

- **Necesidades diarias por planta**

$$Npl = Nt \times Sp \times Ss$$

$$Npl = 9.49 \text{ mm} \times 0.85 \times 1 \times 6.4$$

$$Npl = 51.63 \text{ mm}$$

- **Área mojada por emisor**

$$Ae = \frac{\pi \times D^2}{4}$$

$$Ae = \frac{\pi \times 7.5m^2}{4}$$

$$Ae = 44.18m^2$$

- **Plantas regadas por emisor**

$$Np = Ae \times \text{número de plantas por } m^2$$

$$\text{Número de plantas por } m^2 = \frac{1}{Sp \times Ss} = \frac{1}{0.85 \text{ m} \times 6.4 \text{ m}} = 0.18 \text{ plantas}/m^2$$

$$Np = 44.18m^2 \times 0.18 \text{ plantas } m^2$$

$$Np = 7.95 \cong 8 \text{ plantas}$$

- **Dosis de riego**

$$Dp = \frac{\text{Uso consuntivo} \times Ae}{\text{Número de plantas por emisor}}$$

$$Dp = \frac{7.69 \text{ mm} \times 44.18m^2}{8 \text{ plantas emisor}}$$

$$Dp = 42.47 \text{ lt planta día}$$

- **Número de emisores por planta**

$$\text{Número emisores por planta} = \frac{1}{\text{Plantas regadas por emisor}}$$

$$\text{Número emisores por planta} = \frac{1}{8 \text{ plantas emisor}}$$

$$\text{Número emisores por planta} = 0.125 \text{ emisores planta}$$

- **Tiempo de aplicación**

$$Ta = \frac{Dp}{\# \text{ emisores planta} \times q_{med}}$$

$$Ta = \frac{42.47 \text{ lt planta día}}{0.125 \text{ emisores planta} \times 95 \text{ lph}}$$

$$Ta = 3.58 \text{ hrs}$$

DISEÑO HIDRAULICO **DISEÑO DE LA TUBERIA LATERAL**

- **Cálculo del caudal de la tubería lateral**

$$q_{lateral} = \# \text{ emisores por lateral} \times \text{caudal del emisor}$$

$$q_{lateral} = 14 \times 95 \text{ lph}$$

$$q_{lateral} = 1330 \text{ lph} \cong 0.369 \text{ lps} \cong 1.33 \text{ m}^3 \text{ hr}$$

$$\text{Diámetro de la tubería lateral} = 20 \text{ mm}, \text{ diámetro interno} = 18.2 \text{ mm}$$

- **Cálculo de la pérdida unitaria (m/100m)**

$$J = 7.89 \times 10^7 \frac{Q^{1.75}}{D^{4.75}}$$

$$J = 7.89 \times 10^7 \frac{0.369 \text{ lps}^{1.75}}{18.2 \text{ mm}^{4.75}}$$

$$J = 14.26 \text{ m } 100m$$

- **Cálculo de la pérdida unitaria corregida por las pérdidas de conexión de los emisores en (m/100m)**

$$J' = J_{se} + F_e \cdot S_e$$

$$J' = 14.26 \text{ m} \cdot 5 \text{ m} + 0.06 \cdot 5 \text{ m}$$

$$J' = 14.43 \text{ m} \cdot 100 \text{ m}$$

- **Cálculo de la pérdida de carga (hf) en una tubería lateral o manifold**

Longitud de la tubería lateral = 70 m (Separación de emisores x número de emisores)

$$h_f = J' \times F \times L \cdot 100$$

$$h_f = 14.43 \text{ m} \times 0.400 \times 70 \text{ m} \cdot 100$$

$$h_f = 4.04 \text{ m}$$

- **Cálculo de la presión a la entrada del lateral (H lat) en metros**

$$h_{lat} = h_0 + \sqrt[3]{\frac{h_f}{4}} \pm 0.5 \cdot S_l \cdot 100$$

$$h_{lat} = 20 \text{ m} + \sqrt[3]{\frac{4.04 \text{ m}}{4}} + 0.5 \cdot 0.5 \cdot 100$$

$$h_{lat} = 23.03 \text{ m}$$

- **Presión mínima en el lateral**

$$h_n = h_{lat} - h_f + 1 \text{ m}$$

$$h_n = 23.03 \text{ m} - 4.04 \text{ m} + 1 \text{ m}$$

$$h_n = 17.99 \text{ m}$$

- **Pérdida de carga permisible en la tubería lateral**

$$h = h_{lat} - h_n$$

$$h = 23.03 \text{ m} - 17.99 \text{ m}$$

$$h = 5.04 \text{ m}$$

DISEÑO DE LA TUBERIA MAESTRA

- **Cálculo del caudal para el área total**

$$Q_{total} = \frac{\text{Area} \times \text{Uso consuntivo}}{\text{Tiempo de riego}}$$

$$Q_{total} = \frac{10.5 \text{ Ha} \times 76.9 \text{ m}^3 \cdot \text{Ha}}{3.58 \text{ hrs}}$$

$$Q_{total} = 225.54 \text{ m}^3 \cdot \text{hr}$$

- **Cálculo del número de turnos**

$$\text{Número turno} = \frac{Q_{total}}{Q_{neto disponible}}$$

$$\text{Número turno} = \frac{225.54 \text{ m}^3 \cdot \text{hr}}{122.63 \text{ m}^3 \cdot \text{hr}}$$

$$\text{Número turno} = 1.84 \cong 2 \text{ turnos de riego}$$

- **Cálculo del caudal por turno**

$$Q_{\text{turno}} = \frac{Q_{\text{total}}}{\text{Número de turnos}}$$

$$Q_{\text{turno}} = \frac{225.54 \text{ m}^3 \text{ hr}}{2}$$

$$Q_{\text{turno}} = 112.77 \text{ m}^3 \text{ hr}$$

- **Cálculo del número de válvulas por turno de riego**

Del catalogo del fabricante se obtiene el caudal permisible por válvula hidráulica es de 40 – 50 m³/hr (Ver anexo 3).

$$\text{Número válvula} = \frac{Q_{\text{turno}}}{Q_{\text{válvula}}}$$

$$\text{Número válvula} = \frac{112.77 \text{ m}^3 \text{ hr}}{40 \text{ m}^3 \text{ hr}}$$

$$\text{Número válvula} = 2.82 \cong 3 \text{ válvulas turno}$$

Diseño de la tubería Maestra

Válvula # 1:

$$A1 = 1.70 \text{ Ha}$$

$$\text{Long Maestra} = 121 \text{ m}$$

$$Sl = 7.4 \text{ m}$$

$$D = 2 \frac{1}{2}'' \text{ (Diámetro interno} = 68.56 \text{ mm)}$$

- **Cálculo del número de laterales**

NOTA: Laterales moviéndose a ambos lados de la tubería maestra.

$$\#lat = \frac{2 \times \text{long maestra}}{Sl}$$

$$\#lat = \frac{2 \times 121 \text{ m}}{7.4 \text{ m}}$$

$$\#lat = 33 \text{ laterales}$$

- **Cálculo del caudal de la tubería Maestra**

$$q_{\text{maestra}} = \# \text{ laterales} \times q_{\text{lat}}$$

$$q_{\text{maestra}} = 33 \times 0.369 \text{ lps}$$

$$q_{\text{maestra}} = 12.18 \text{ lps} \cong 43.84 \text{ m}^3 \text{ hr}$$

- **Cálculo de la pérdida unitaria (m/100m)**

Se asume un diámetro de tubería PVC SDR 41 de 2 ½", diámetro interno = 68.56 mm

$$J = 7.89 \times 10^7 \frac{Q^{1.75}}{D^{4.75}}$$

$$J = 7.89 \times 10^7 \frac{12.18 \text{ lps}^{1.75}}{68.56 \text{ mm}^{4.75}}$$

$$J = 11.90 \text{ m } 100\text{m}$$

- **Cálculo de la pérdida unitaria corregida por las pérdidas de conexión de los laterales en (m/100m)**

$$J' = J \quad Sl + Fe \quad Sl$$

$$J' = 11.90 \, m \quad 7.4 \, m + 0.07 \quad 7.4 \, m$$

$$J' = 12.01 \, m \quad 100m$$

- **Cálculo de la pérdida de carga (hf) en la tubería maestra**

$$h_f = J' \times F \times L \quad 100$$

$$h_f = 12.01 \, m \times 0.379 \times 121 \, m \quad 100$$

$$h_f = 5.51 \, m$$

- **Cálculo de la presión a la entrada de la Maestra (H maestra) en metros**

$$h_{maestra} = h_{lat} + \sqrt[3]{\frac{h_f}{4}} \pm 0.5 \, Sl \quad 100$$

$$h_{maestra} = 23.03 \, m + \sqrt[3]{\frac{5.51 \, m}{4}} + 0.5 \, 1.43 \quad 100$$

$$h_{maestra} = 27.17 \, m$$

Válvula # 2:

$$A2 = 1.70 \, Ha$$

$$Long \, Maestra = 121 \, m$$

$$Sl = 7.4 \, m$$

$$D = 2 \, \frac{1}{2}'' \, (\text{Diámetro interno} = 68.56 \, mm)$$

- **Cálculo del número de laterales**

NOTA: Laterales moviéndose a ambos lados de la tubería maestra.

$$\#lat = \frac{2 \times long \, maestra}{Sl}$$

$$\#lat = \frac{2 \times 121 \, m}{7.4 \, m}$$

$$\#lat = 33 \, laterales$$

- **Cálculo del caudal de la tubería Maestra**

$$q_{maestra} = \# \, laterales \times q_{lat}$$

$$q_{maestra} = 33 \times 0.369 \, lps$$

$$q_{maestra} = 12.18 \, lps \cong 43.84 \, m^3 \, hr$$

- **Cálculo de la pérdida unitaria (m/100m)**

Se asume un diámetro de tubería PVC SDR 41 de 2 ½", diámetro interno = 68.56 mm

$$J = 7.89 \times 10^7 \, Q^{1.75} \, D^{4.75}$$

$$J = 7.89 \times 10^7 \, 12.18 \, lps^{1.75} \, 68.56 \, mm^{4.75}$$

$$J = 11.90 \, m \quad 100m$$

- **Cálculo de la pérdida unitaria corregida por las pérdidas de conexión de los laterales en (m/100m)**

$$J' = J \quad Sl + Fe \quad Sl$$

$$J' = 11.90 \, m \quad 7.4 \, m + 0.07 \quad 7.4 \, m$$

$$J' = 12.01 \, m \quad 100m$$

- **Cálculo de la pérdida de carga (hf) en la tubería maestra**

$$h_f = J' \times F \times L \quad 100$$

$$h_f = 12.01 \, m \times 0.379 \times 121 \, m \quad 100$$

$$h_f = 5.51 \, m$$

- **Cálculo de la presión a la entrada de la tubería Maestra (H maestra) en metros**

$$h_{maestra} = h_{lat} + \sqrt[3]{\frac{h_f}{4} \pm 0.5 \, Sl \quad 100}$$

$$h_{maestra} = 23.03 \, m + \sqrt[3]{\frac{5.51 \, m}{4} - 0.5 \, 2.86 \quad 100}$$

$$h_{maestra} = 27.15 \, m$$

Válvula # 3:

$$A3 = 1.77 \, Ha$$

$$Long \, Maestra = 126 \, m$$

$$Sl = 7.4 \, m$$

$$D = 2 \, \frac{1}{2}'' \, (\text{Diámetro interno} = 68.56 \, mm)$$

- **Cálculo del número de laterales**

NOTA: Laterales moviéndose a ambos lados de la tubería maestra.

$$\#lat = \frac{2 \times long \, maestra}{Sl}$$

$$\#lat = \frac{2 \times 126 \, m}{7.4 \, m}$$

$$\#lat = 34 \, laterales$$

- **Cálculo del caudal de la tubería Maestra**

$$q_{maestra} = \# \, laterales \times q_{lat}$$

$$q_{maestra} = 34 \times 0.369 \, lps$$

$$q_{maestra} = 12.55 \, lps \cong 45.18 \, m^3 \, hr$$

- **Cálculo de la pérdida unitaria (m/100m)**

Se asume un diámetro de tubería PVC SDR 41 de 2 ½", diámetro interno = 68.56 mm

$$J = 7.89 \times 10^7 \quad Q^{1.75} \quad D^{4.75}$$

$$J = 7.89 \times 10^7 \quad 12.55 \, lps^{1.75} \quad 68.56 \, mm^{4.75}$$

$$J = 12.54 \, m \quad 100m$$

- **Cálculo de la pérdida unitaria corregida por las pérdidas de conexión de los laterales en (m/100m)**

$$J' = J \quad Sl + Fe \quad Sl$$

$$J' = 12.54 \, m \quad 7.4 \, m + 0.07 \quad 7.4 \, m$$

$$J' = 12.66 \, m \quad 100m$$

- **Cálculo de la pérdida de carga (hf) en la tubería maestra**

$$h_f = J' \times F \times L \quad 100$$

$$h_f = 12.66 \, m \times 0.378 \times 126 \, m \quad 100$$

$$h_f = 6.03 \, m$$

- **Cálculo de la presión a la entrada de la tubería Maestra (H maestra) en metros**

$$h_{maestra} = h_{lat} + \sqrt[3]{\frac{h_f}{4} \pm 0.5 \, Sl \quad 100}$$

$$h_{maestra} = 23.03 \, m + \sqrt[3]{\frac{6.03 \, m}{4} + 0.5 \, 1.20 \quad 100}$$

$$h_{maestra} = 27.56 \, m$$

Válvula # 4:

$$A4 = 1.70 \, Ha$$

$$Long \, Maestra = 126 \, m$$

$$Sl = 7.4 \, m$$

$$D = 2 \, \frac{1}{2}'' \, (\text{Diámetro interno} = 68.56 \, mm)$$

- **Cálculo del número de laterales**

NOTA: Laterales moviéndose a ambos lados de la tubería maestra.

$$\#lat = \frac{2 \times long \, maestra}{Sl}$$

$$\#lat = \frac{2 \times 126 \, m}{7.4 \, m}$$

$$\#lat = 34 \, laterales$$

- **Cálculo del caudal de la tubería Maestra**

$$q_{maestra} = \# \, laterales \times q_{lat}$$

$$q_{maestra} = 34 \times 0.369 \, lps$$

$$q_{maestra} = 12.55 \, lps \cong 45.18 \, m^3 \, hr$$

- **Cálculo de la pérdida unitaria (m/100m)**

Se asume un diámetro de tubería PVC SDR 41 de 2 ½", diámetro interno = 68.56 mm

$$J = 7.89 \times 10^7 \, \frac{Q^{1.75}}{D^{4.75}}$$

$$J = 7.89 \times 10^7 \, \frac{12.55 \, lps^{1.75}}{68.56 \, mm^{4.75}}$$

$$J = 12.54 \, m \quad 100m$$

- **Cálculo de la pérdida unitaria corregida por las pérdidas de conexión de los laterales en (m/100m)**

$$J' = J \quad Sl + Fe \quad Sl$$

$$J' = 12.54 \, m \quad 7.4 \, m + 0.07 \quad 7.4 \, m$$

$$J' = 12.66 \, m \quad 100m$$

- **Cálculo de la pérdida de carga (hf) en la tubería maestra**

$$h_f = J' \times F \times L \quad 100$$

$$h_f = 12.66 \, m \times 0.378 \times 126 \, m \quad 100$$

$$h_f = 6.03 \, m$$

- **Cálculo de la presión a la entrada de la tubería Maestra (H maestra) en metros**

$$h_{maestra} = h_{lat} + \sqrt[3]{\frac{h_f}{4} \pm 0.5 \, Sl \quad 100}$$

$$h_{maestra} = 23.03 \, m + \sqrt[3]{\frac{6.03 \, m}{4} - 0.5 \, 0.2 \quad 100}$$

$$h_{maestra} = 27.55 \, m$$

Válvula # 5:

$$A5 = 1.75 \, Ha$$

$$Long \, Maestra = 131 \, m$$

$$Sl = 7.4 \, m$$

$$D = 2 \, \frac{1}{2}'' \, (\text{Diámetro interno} = 68.56 \, mm)$$

- **Cálculo del número de laterales**

NOTA: Laterales moviéndose a ambos lados de la tubería maestra.

$$\#lat = \frac{2 \times long \, maestra}{Sl}$$

$$\#lat = \frac{2 \times 131 \, m}{7.4 \, m}$$

$$\#lat = 36 \, laterales$$

- **Cálculo del caudal de la tubería Maestra**

$$q_{maestra} = \text{Número de laterales} \times q_{lat}$$

$$q_{maestra} = 36 \times 0.369 \, lps$$

$$q_{maestra} = 13.28 \, lps \cong 47.81 \, m^3 \, hr$$

- **Cálculo de la pérdida unitaria (m/100m)**

Se asume un diámetro de tubería PVC SDR 41 de 2 ½", diámetro interno = 68.56 mm

$$J = 7.89 \times 10^7 \quad Q^{1.75} \quad D^{4.75}$$

$$J = 7.89 \times 10^7 \quad 13.28 \, lps^{1.75} \quad 68.56 \, mm^{4.75}$$

$$J = 13.85 \, m \quad 100m$$

- **Cálculo de la pérdida unitaria corregida por las pérdidas de conexión de los laterales en (m/100m)**

$$J' = J \quad Sl + Fe \quad Sl$$

$$J' = 13.85 \, m \quad 7.4 \, m + 0.07 \quad 7.4 \, m$$

$$J' = 13.98 \, m \quad 100m$$

- **Cálculo de la pérdida de carga (hf) en la tubería maestra**

$$h_f = J' \times F \times L \quad 100$$

$$h_f = 13.98 \, m \times 0.378 \times 131 \, m \quad 100$$

$$h_f = 6.92 \, m$$

- **Cálculo de la presión a la entrada de la tubería Maestra (H maestra) en metros**

$$h_{maestra} = h_{lat} + \sqrt[3]{\frac{h_f}{4} \pm 0.5 \, Sl \quad 100}$$

$$h_{maestra} = 23.03 \, m + \sqrt[3]{\frac{6.92 \, m}{4} + 0.5 \, 0.2 \quad 100}$$

$$h_{maestra} = 28.22 \, m$$

Válvula # 6:

A6 = 1.00 Ha

Long Maestra = 143 m. Nota: Según el diseño geométrico por la forma del terreno en esta válvula, en 73 m de longitud los laterales se mueven a ambos lados de la tubería maestra y en los 70 m restantes se mueven a un solo lado (Ver diseño geométrico).

Sl = 7.4 m

D = 2 ½" (Diámetro interno = 68.56 mm)

- **Cálculo del número de laterales**

NOTA: Laterales moviéndose a ambos lados de la tubería maestra.

$$\#lat = \frac{2 \times long \, manifold}{Sl}$$

$$\#lat = \frac{2 \times 73 \, m}{7.4 \, m}$$

$$\#lat = 20 \, laterales$$

NOTA: Laterales moviéndose a un lado de la tubería maestra.

$$\#lat = \frac{long \, manifold}{Sl}$$

$$\#lat = \frac{70 \, m}{7.4 \, m}$$

$$\#lat = 10 \, laterales$$

Número total de laterales en la maestra

$$\#lat \, Total = 30 \, laterales$$

- **Cálculo del caudal de la tubería Maestra**

$$q_{maestra} = \# \, laterales \times q_{lat}$$

$$q_{maestra} = 30 \times 0.369 \, lps$$

$$q_{maestra} = 11.07 \, lps \cong 39.85 \, m^3 \, hr$$

- **Cálculo de la pérdida unitaria (m/100m)**

Se asume un diámetro de tubería PVC SDR 41 de 2 ½", diámetro interno = 68.56 mm

$$J = 7.89 \times 10^7 \frac{Q^{1.75}}{D^{4.75}}$$

$$J = 7.89 \times 10^7 \frac{11.07 \text{ lps}^{1.75}}{68.56 \text{ mm}^{4.75}}$$

$$J = 10.07 \text{ m } 100\text{m}$$

- **Cálculo de la pérdida unitaria corregida por las pérdidas de conexión de los laterales en (m/100m)**

$$J' = J \text{ Sl} + Fe \text{ Sl}$$

$$J' = 10.07 \text{ m } 7.4 \text{ m} + 0.07 \text{ } 7.4 \text{ m}$$

$$J' = 10.17 \text{ m } 100\text{m}$$

- **Cálculo de la pérdida de carga (hf) en la tubería maestra**

$$h_f = J' \times F \times L \text{ } 100$$

$$h_f = 10.17 \text{ m} \times 0.380 \times 144 \text{ m } 100$$

$$h_f = 5.57 \text{ m}$$

- **Cálculo de la presión a la entrada de la tubería Maestra (H maestra) en metros**

$$h_{maestra} = h_{lat} + \sqrt[3]{\frac{h_f}{4}} \pm 0.5 \text{ Sl } 100$$

$$h_{maestra} = 23.03 \text{ m} + \sqrt[3]{\frac{5.57 \text{ m}}{4}} - 0.5 \text{ } 2.4 \text{ } 100$$

$$h_{maestra} = 27.20 \text{ m}$$

Válvula # 7:

$$A5 = 0.80 \text{ Ha}$$

$$\text{Long Maestra} = 127 \text{ m}$$

$$\text{Sl} = 7.4 \text{ m}$$

$$D = 2 \frac{1}{2}" \text{ (Diámetro interno} = 68.56 \text{ mm)}$$

- **Cálculo del número de laterales**

NOTA: Laterales moviéndose a un lado de la tubería maestra.

$$\#lat = \frac{\text{long manifold}}{\text{Sl}}$$

$$\#lat = \frac{127 \text{ m}}{7.4 \text{ m}}$$

$$\#lat = 18 \text{ laterales}$$

- **Cálculo del caudal de la tubería Maestra**

$$q_{maestra} = \# \text{ laterales} \times q_{lat}$$

$$q_{maestra} = 18 \times 0.369 \text{ lps}$$

$$q_{maestra} = 6.64 \text{ lps} \cong 23.90 \text{ m}^3 \text{ hr}$$

- **Cálculo de la pérdida unitaria (m/100m)**

$$J = 7.89 \times 10^7 \frac{Q^{1.75}}{D^{4.75}}$$

$$J = 7.89 \times 10^7 \frac{6.64 \text{ lps}^{1.75}}{68.56 \text{ mm}^{4.75}}$$

$$J = 4.12 \text{ m } 100\text{m}$$

- **Cálculo de la pérdida unitaria corregida por las pérdidas de conexión de los laterales en (m/100m)**

$$J' = J \left(\frac{Sl + Fe}{Sl} \right)$$

$$J' = 4.12 \text{ m } 7.4 \text{ m} + 0.07 \text{ } 7.4 \text{ m}$$

$$J' = 4.16 \text{ m } 100\text{m}$$

- **Cálculo de la pérdida de carga (hf) en la tubería maestra**

$$h_f = J' \times F \times L \times 100$$

$$h_f = 4.16 \text{ m} \times 0.393 \times 127 \text{ m} \times 100$$

$$h_f = 2.08 \text{ m}$$

- **Cálculo de la presión a la entrada de la tubería Maestra (H maestra) en metros**

$$h_{maestra} = h_{lat} + \sqrt[3]{\frac{h_f}{4}} \pm 0.5 \frac{Sl}{100}$$

$$h_{maestra} = 23.03 \text{ m} + \sqrt[3]{\frac{2.08 \text{ m}}{4}} + 0.5 \frac{4.8}{100}$$

$$h_{maestra} = 24.61 \text{ m}$$

DISEÑO TUBERIA CONDUCTORA

TURNO # 1:

Válvulas: 1, 3 y 5

Tramo # 1: válvula 5 – X

Qcond = 13.28 lps

Long Cond = 65.95 m

Diámetro cond = 3", diámetro interno = 84.58 mm

- **Cálculo de la pérdida unitaria (m/100m)**

$$J = 7.89 \times 10^7 \frac{Q^{1.75}}{D^{4.75}}$$

$$J = 7.89 \times 10^7 \frac{13.28 \text{ lps}^{1.75}}{84.58 \text{ mm}^{4.75}}$$

$$J = 5.11 \text{ m } 100\text{m}$$

- **Pérdida de carga en la tubería conductora**

$$h_f = J \times L \times 100$$

$$h_f = 5.11 \text{ m} \times 65.95 \text{ m} \times 100$$

$$h_f = 3.37 \text{ m}$$

Pérdidas locales en la válvula hidráulica de 3" según gráfico del fabricante (Ver anexo 3).

$$h_{f\text{locales}} = 1.4 \text{ m}$$

Por lo tanto la pérdida de carga es igual a:

$$h_{f\text{total}} = 3.37 \text{ m} + 1.4 \text{ m}$$

$$h_{f\text{total}} = 4.77 \text{ m}$$

Tramo # 2: X – Y

$$Q_{\text{cond}} = 13.28 \text{ lps}$$

$$\text{Long Cond} = 137 \text{ m}$$

$$\text{Diámetro cond} = 4", \text{ diámetro interno} = 108.72 \text{ mm}$$

- **Cálculo de la pérdida unitaria (m/100m)**

$$J = 7.89 \times 10^7 \frac{Q^{1.75}}{D^{4.75}}$$

$$J = 7.89 \times 10^7 \frac{13.28 \text{ lps}^{1.75}}{108.72 \text{ mm}^{4.75}}$$

$$J = 1.55 \text{ m} \times 100 \text{ m}$$

- **Pérdida de carga en la tubería conductora**

$$h_f = J \times L \times 100$$

$$h_f = 1.55 \text{ m} \times 137 \text{ m} \times 100$$

$$h_f = 2.12 \text{ m}$$

Tramo # 3: válvula 3 – Y

$$Q_{\text{cond}} = 12.55 \text{ lps}$$

$$\text{Long Cond} = 64 \text{ m}$$

$$\text{Diámetro cond} = 3", \text{ diámetro interno} = 84.58 \text{ mm}$$

- **Cálculo de la pérdida unitaria (m/100m)**

$$J = 7.89 \times 10^7 \frac{Q^{1.75}}{D^{4.75}}$$

$$J = 7.89 \times 10^7 \frac{12.55 \text{ lps}^{1.75}}{84.58 \text{ mm}^{4.75}}$$

$$J = 4.63 \text{ m} \times 100 \text{ m}$$

- **Pérdida de carga en la tubería conductora**

$$h_f = J \times L \times 100$$

$$h_f = 4.63 \text{ m} \times 64 \text{ m} \times 100$$

$$h_f = 2.96 \text{ m}$$

Pérdidas locales en la válvula hidráulica de 3" según gráfico del fabricante (Ver anexo 3).

$$h_{f_{locales}} = 1.3 \text{ m}$$

Por lo tanto la pérdida de carga es igual a:

$$h_{f_{total}} = 2.96 \text{ m} + 1.3 \text{ m}$$

$$h_{f_{total}} = 4.26 \text{ m}$$

Tramo # 4: Y – Z

$$Q_{cond} = 25.83 \text{ lps}$$

$$\text{Long Cond} = 140 \text{ m}$$

$$\text{Diámetro cond} = 6", \text{ diámetro interno} = 160.08 \text{ mm}$$

- **Cálculo de la pérdida unitaria (m/100m)**

$$J = 7.89 \times 10^{-7} \frac{Q^{1.75}}{D^{4.75}}$$

$$J = 7.89 \times 10^{-7} \frac{25.83 \text{ lps}^{1.75}}{160.08 \text{ mm}^{4.75}}$$

$$J = 0.79 \text{ m} \times 100 \text{ m}$$

- **Pérdida de carga en la tubería conductora**

$$h_f = J \times L \times 100$$

$$h_f = 0.79 \text{ m} \times 140 \text{ m} \times 100$$

$$h_f = 1.11 \text{ m}$$

Tramo # 5: válvula 1 – Z

$$Q_{cond} = 12.18 \text{ lps}$$

$$\text{Long Cond} = 61 \text{ m}$$

$$\text{Diámetro cond} = 3", \text{ diámetro interno} = 84.58 \text{ mm}$$

- **Cálculo de la pérdida unitaria (m/100m)**

$$J = 7.89 \times 10^{-7} \frac{Q^{1.75}}{D^{4.75}}$$

$$J = 7.89 \times 10^{-7} \frac{12.18 \text{ lps}^{1.75}}{84.58 \text{ mm}^{4.75}}$$

$$J = 4.39 \text{ m} \times 100 \text{ m}$$

- **Pérdida de carga en la tubería conductora**

$$h_f = J \times L \ 100$$

$$h_f = 4.39 \ m \times 61 \ m \ 100$$

$$h_f = 2.66 \ m$$

Pérdidas locales en la válvula hidráulica de 3" según gráfico del fabricante (Ver anexo 3).

$$h_{f_{locales}} = 1.1 \ m$$

Por lo tanto la pérdida de carga es igual a:

$$h_{f_{total}} = 2.68 \ m + 1.1 \ m$$

$$h_{f_{total}} = 3.78 \ m$$

Tramo # 6: Z – BOMBA

$$Q_{cond} = 38.01 \ lps$$

$$Long \ Cond = 280 \ m$$

$$Diámetro \ cond = 6", \ diámetro \ interno = 160.08 \ mm$$

- **Cálculo de la pérdida unitaria (m/100m)**

$$J = 7.89 \times 10^7 \ Q^{1.75} \ D^{4.75}$$

$$J = 7.89 \times 10^7 \ 38.01 \ lps^{1.75} \ 160.08 \ mm^{4.75}$$

$$J = 1.55 \ m \ 100m$$

- **Pérdida de carga en la tubería conductora**

$$h_f = J \times L \ 100$$

$$h_f = 1.55 \ m \times 280 \ m \ 100$$

$$h_f = 4.35 \ m$$

- **Sumatoria de las pérdidas de carga**

$$h_f = h_{f_{conductora}} + h_{f_{lateral}} + h_o + h_{f_{acc}} + h_{f_{locales}} \pm \Delta Z$$

Pérdidas en la tubería conductora

$$\Sigma h_{f_{conductora}} = 3.37 \ m + 2.12 \ m + 2.96 \ m + 1.11 \ m + 2.66 \ m + 4.35 \ m$$

$$\Sigma h_{f_{conductora}} = 16.57 \ m$$

Pérdidas en los accesorios

$$h_{f_{acc}} = 0.1 \ h_{f_{lat}} + h_{f_{maestra \ valv \ 1,3,5}}$$

$$h_{f_{acc}} = 0.1 \ 4.04 \ m + 5.51 \ m + 6.03 \ m + 6.92 \ m$$

$$h_{f_{acc}} = 2.25 \ m$$

Pérdidas locales en las válvulas hidráulicas (válvulas 1, 3, 5)

Nota: Cada una de las válvulas maneja diferentes caudales, por lo que las pérdidas según gráfico del fabricante son diferentes.

$$\Sigma h_{f_{local}} = h_{f_{valv\ 1}} + h_{f_{valv\ 3}} + h_{f_{valv\ 5}}$$

$$\Sigma h_{f_{local}} = 1.4\ m + 1.3\ m + 1.1\ m$$

$$\Sigma h_{f_{local}} = 3.8\ m$$

$$h_f = 16.57\ m + 4.04\ m + 20\ m + 2.25\ m + 3.8\ m + 2\ m$$

$$h_f = 48.66\ m \text{ Son las pérdidas de carga para el TURNO # 1}$$

TURNO # 2:

Válvulas: 2, 4, 6 y 7

Tramo # 1: válvula 7 – X

$$Q_{cond} = 6.27\ lps$$

$$Long\ Cond = 137.87\ m$$

$$Diámetro\ cond = 3",\ diámetro\ interno = 84.58\ mm$$

- Cálculo de la pérdida unitaria (m/100m)**

$$J = 7.89 \times 10^7 \frac{Q^{1.75}}{D^{4.75}}$$

$$J = 7.89 \times 10^7 \frac{6.27\ lps^{1.75}}{84.58\ mm^{4.75}}$$

$$J = 1.37\ m\ 100m$$

- Pérdida de carga en la tubería conductora**

$$h_f = J \times L\ 100$$

$$h_f = 1.37\ m \times 137.87\ m\ 100$$

$$h_f = 1.78\ m$$

Pérdidas locales en la válvula hidráulica de 3" según gráfico del fabricante (Ver anexo 3).

$$h_{f_{locales}} = 0.3\ m$$

Por lo tanto la pérdida de carga es igual a:

$$h_{f_{total}} = 1.78\ m + 0.3\ m$$

$$h_{f_{total}} = 2.08\ m$$

Tramo # 2: válvula 6 – X

Qcond = 11.07 lps

Long Cond = 36.51 m

Diámetro cond = 3", diámetro interno = 84.58 mm

- Cálculo de la pérdida unitaria (m/100m)**

$$J = 7.89 \times 10^7 \frac{Q^{1.75}}{D^{4.75}}$$

$$J = 7.89 \times 10^7 \frac{11.07 \text{ lps}^{1.75}}{84.58 \text{ mm}^{4.75}}$$

$$J = 3.71 \text{ m } 100\text{m}$$

- Pérdida de carga en la tubería conductora**

$$h_f = J \times L \text{ } 100$$

$$h_f = 3.71 \text{ m} \times 36.51 \text{ m } 100$$

$$h_f = 2.67 \text{ m}$$

Pérdidas locales en la válvula hidráulica de 3" según grafico del fabricante (Ver anexo 3).

$$h_{f\text{locales}} = 0.9 \text{ m}$$

Por lo tanto la pérdida de carga es igual a:

$$h_{f\text{total}} = 2.67 \text{ m} + 0.9 \text{ m}$$

$$h_{f\text{total}} = 3.57 \text{ m}$$

Tramo # 3: X – Y

Qcond = 17.34 lps

Long Cond = 137 m

Diámetro cond = 4", diámetro interno = 108.72 mm

- Cálculo de la pérdida unitaria (m/100m)**

$$J = 7.89 \times 10^7 \frac{Q^{1.75}}{D^{4.75}}$$

$$J = 7.89 \times 10^7 \frac{17.34 \text{ lps}^{1.75}}{108.72 \text{ mm}^{4.75}}$$

$$J = 2.47 \text{ m } 100\text{m}$$

- Pérdida de carga en la tubería conductora**

$$h_f = J \times L \text{ } 100$$

$$h_f = 2.47 \text{ m} \times 137 \text{ m } 100$$

$$h_f = 3.37 \text{ m}$$

Tramo # 4: válvula 4 – Y

Qcond = 12.55 lps

Long Cond = 62.85 m

Diámetro cond = 3", diámetro interno = 84.58 mm

- Cálculo de la pérdida unitaria (m/100m)**

$$J = 7.89 \times 10^{-7} \frac{Q^{1.75}}{D^{4.75}}$$

$$J = 7.89 \times 10^{-7} \frac{12.55 \text{ lps}^{1.75}}{84.58 \text{ mm}^{4.75}}$$

$$J = 4.63 \text{ m } 100\text{m}$$

- Pérdida de carga en la tubería conductora**

$$h_f = J \times L \text{ } 100$$

$$h_f = 4.63 \text{ m} \times 62.85 \text{ m } 100$$

$$h_f = 2.92 \text{ m}$$

Pérdidas locales en la válvula hidráulica de 3" según gráfico del fabricante (Ver anexo 3).

$$h_{f\text{locales}} = 1.3 \text{ m}$$

Por lo tanto la pérdida de carga es igual a:

$$h_{f\text{total}} = 2.92 \text{ m} + 1.3 \text{ m}$$

$$h_{f\text{total}} = 4.22 \text{ m}$$

Tramo # 5: Y – Z

Qcond = 29.89 lps

Long Cond = 140 m

Diámetro cond = 6", diámetro interno = 160.08 mm

- Cálculo de la pérdida unitaria (m/100m)**

$$J = 7.89 \times 10^{-7} \frac{Q^{1.75}}{D^{4.75}}$$

$$J = 7.89 \times 10^{-7} \frac{29.89 \text{ lps}^{1.75}}{160.08 \text{ mm}^{4.75}}$$

$$J = 1.02 \text{ m } 100\text{m}$$

- Pérdida de carga en la tubería conductora**

$$h_f = J \times L \text{ } 100$$

$$h_f = 1.02 \text{ m} \times 140 \text{ m } 100$$

$$h_f = 1.43 \text{ m}$$

Tramo # 6: válvula 2 – Z

$$Q_{\text{cond}} = 12.18 \text{ lps}$$

$$\text{Long Cond} = 61.77 \text{ m}$$

$$\text{Diámetro cond} = 3", \text{ diámetro interno} = 84.58 \text{ mm}$$

- **Cálculo de la pérdida unitaria (m/100m)**

$$J = 7.89 \times 10^{-7} \frac{Q^{1.75}}{D^{4.75}}$$

$$J = 7.89 \times 10^{-7} \frac{12.18 \text{ lps}^{1.75}}{84.58 \text{ mm}^{4.75}}$$

$$J = 4.39 \text{ m } 100\text{m}$$

- **Pérdida de carga en la tubería conductora**

$$h_f = J \times L \text{ } 100$$

$$h_f = 4.39 \text{ m} \times 61.77 \text{ m } 100$$

$$h_f = 2.66 \text{ m}$$

Pérdidas locales en la válvula hidráulica de 3" según gráfico del fabricante (Ver anexo 3).

$$h_{f_{\text{locales}}} = 1.1 \text{ m}$$

Por lo tanto la pérdida de carga es igual a:

$$h_{f_{\text{total}}} = 2.66 \text{ m} + 1.1 \text{ m}$$

$$h_{f_{\text{total}}} = 3.76 \text{ m}$$

Tramo # 7: Z – BOMBA

$$Q_{\text{cond}} = 42.07 \text{ lps}$$

$$\text{Long Cond} = 280 \text{ m}$$

$$\text{Diámetro cond} = 6", \text{ diámetro interno} = 160.08 \text{ mm}$$

- **Cálculo de la pérdida unitaria (m/100m)**

$$J = 7.89 \times 10^{-7} \frac{Q^{1.75}}{D^{4.75}}$$

$$J = 7.89 \times 10^{-7} \frac{42.07 \text{ lps}^{1.75}}{160.08 \text{ mm}^{4.75}}$$

$$J = 1.86 \text{ m } 100\text{m}$$

- **Pérdida de carga en la tubería conductora**

$$h_f = J \times L \text{ } 100$$

$$h_f = 1.86 \text{ m} \times 280 \text{ m } 100$$

$$h_f = 5.21 \text{ m}$$

- **Sumatoria de las pérdidas de carga**

$$h_f = h_{f_{\text{conductora}}} + h_{f_{\text{lateral}}} + h_o + h_{f_{\text{acc}}} + h_{f_{\text{locales}}} \pm \Delta Z$$

Pérdidas en la tubería conductora

$$\Sigma h_{f_{\text{conductora}}} = 1.78 \text{ m} + 2.67 \text{ m} + 3.37 \text{ m} + 2.92 \text{ m} + 1.43 \text{ m} + 2.66 \text{ m} + 5.21 \text{ m}$$

$$\Sigma h_{f_{\text{conductora}}} = 20.04 \text{ m}$$

Pérdidas en los accesorios

$$hf_{acc} = 0.1 hf_{lat} + hf_{maestra\ valv\ 2,4,6,7}$$

$$hf_{acc} = 0.1\ 4.04\ m + 19.19\ m$$

$$hf_{acc} = 2.32\ m$$

Pérdidas locales en las válvulas hidráulicas (válvulas 2, 4, 6, 7)

Nota: Cada una de las válvulas maneja diferentes caudales, por lo que las perdidas según gráfico del fabricante son diferentes.

$$\Sigma hf_{local} = hf_{valv\ 2} + hf_{valv\ 4} + hf_{valv\ 6} + hf_{valv\ 7}$$

$$\Sigma hf_{local} = 0.3\ m + 0.9\ m + 1.3\ m + 1.1\ m$$

$$\Sigma hf_{local} = 3.6\ m$$

$$hf = 20.04\ m + 4.04\ m + 20\ m + 2.32\ m + 3.6\ m + 2\ m$$

$$hf = 52\ m \text{ Son las pérdidas de carga para el TURNO # 2}$$

DETERMINACIÓN DEL TURNO CRÍTICO

$$hf_{TURNO\ 1} = 48.79\ m$$

$$hf_{TURNO\ 2} = 52\ m$$

Por lo tanto el turno crítico en este diseño es el TURNO # 2. Por lo que los diámetros de tubería que serán usados son los calculados en este turno.

• Cálculo de la Carga Total Dinámica

$$CTD = hf_{TURNO\ 2} + NDB$$

$$CTD = 52\ m + 30.49\ m$$

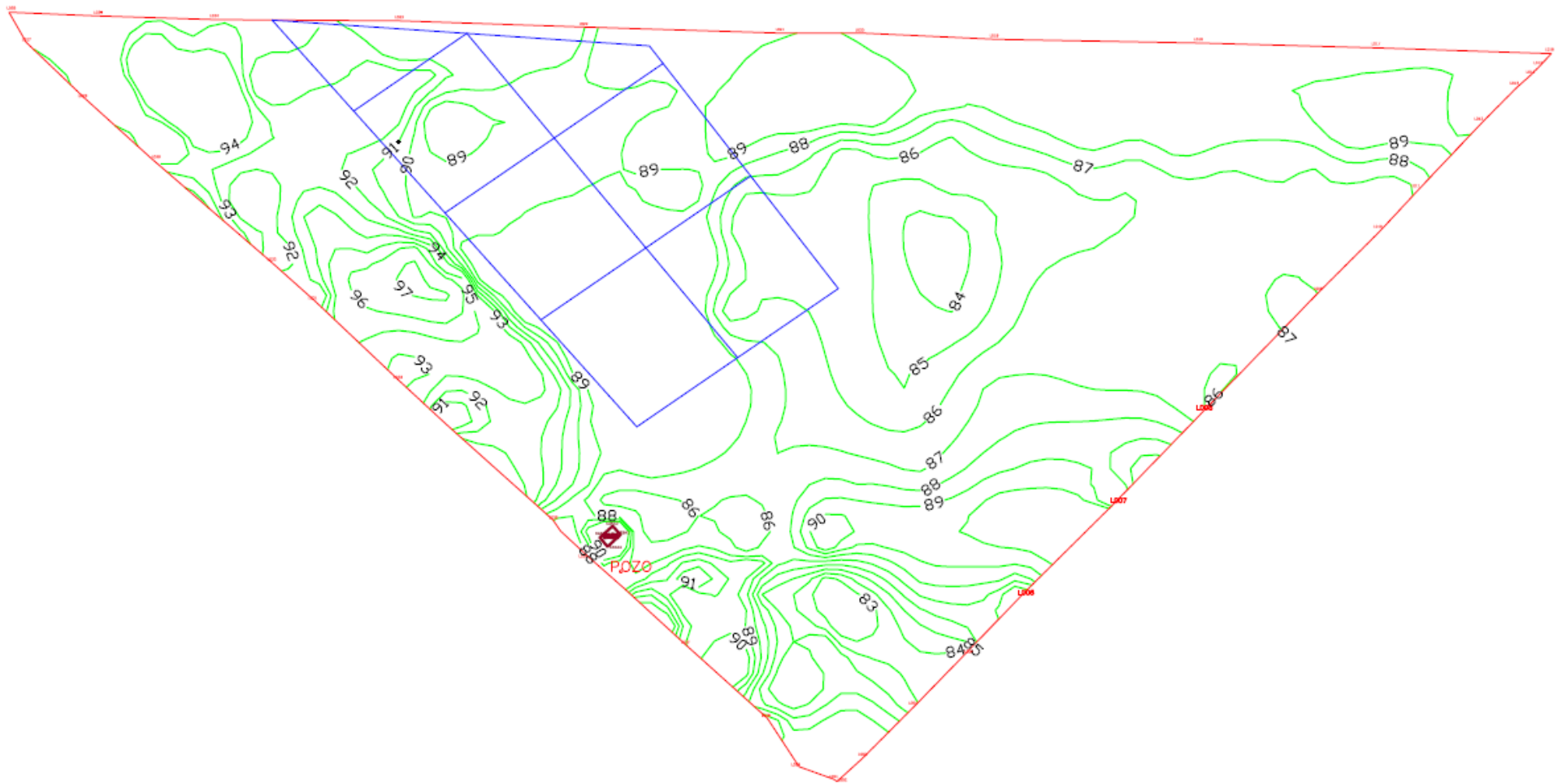
$$CTD = 82.49\ m$$

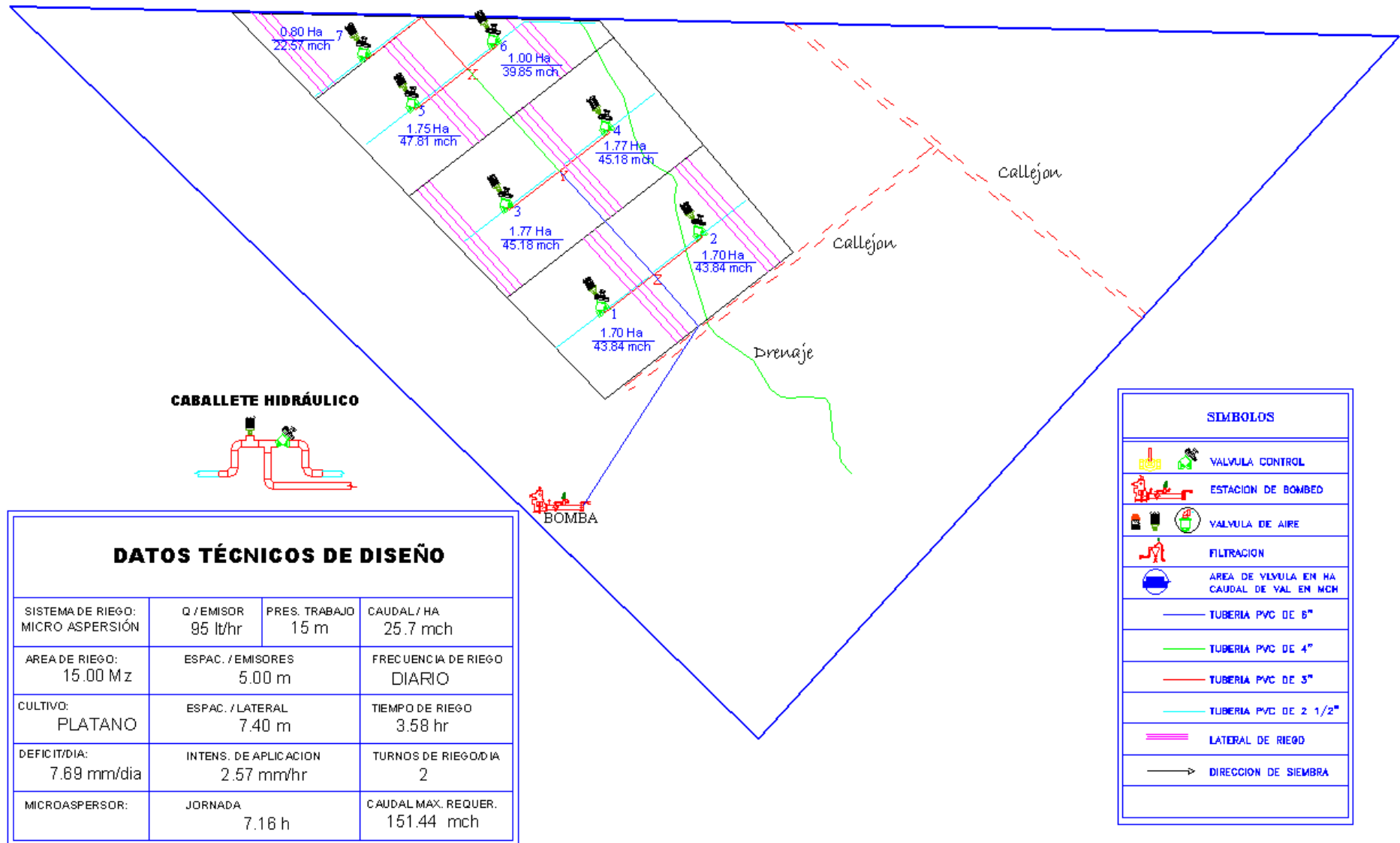
• Cálculo de la potencia del equipo de bombeo

$$POTENCIA = \frac{Q \times CTD}{270 \times Ef} \times Fs$$


$$POTENCIA = \frac{151.45\ m^3\ hr \times 82.49\ m}{270 \times 0.75} \times 1.2$$

$$POTENCIA = 75\ Hp$$

PLANO TOPOGRAFICO DEL AREA DE ESTUDIO

DISEÑO GEOMÉTRICO DE RIEGO DEL SISTEMA AGROFORESTAL

LISTADO DE ACCESORIOS PARA 15 MZ DE RIEGO POR MICROASPERSION

	
PARA: GLORIA ALVARADO ATTN: F EL MISMO	Fecha: 15-Jun-12 Proforma N° ZP-003-01 fax
DE: JAVIER GAMEZ TECNORIEGOS SA MANAGUA, NIC Email: tecnoriegos@turbonett.com.ni	TEL: 22493221 Fax:
REFERENCIA: MATERIALES RIEGO POR MICROASPERSION SAF	

ÍTEM #	CANT.	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNIT. US	PRECIO TOTAL US
1	60	Tubo de 6" sdr 41	60.00	3,600.00
2	23	Tubo 4 sdr 41	30.00	690.00
3	85	Tubo 3" sdr 41	15.00	1,275.00
4	150	Tubo 2 1/2" sdr 41	8.00	1,200.00
5	15,200	Metros Manguera Polietileno 20 mm	0.23	3,496.00
6	220	Conector pvc x 20 mm + empaque	0.35	77.00
7	30	Conector 20 x 20 mm	0.30	9.00
8	3,050	Micro Aspersor DAN 2001/ 95 lts/hr	1.30	3,965.00
9	7	Valvula Hidraulica 3"	150.00	1,050.00
10	8	Valvula de aire D/P 1"	25.00	200.00
11	1	Valvula Check 6" Metalica	150.00	150.00
12	1	Valvula de Alivio 2"	240.00	240.00
13	2	Manometro de Glicerina	25.00	50.00
14	1	Filtro Hidrociclon + filtro de malla 6" para 150 m3/hr	1,600.00	1,600.00
15	2	Valvula Mariposa pvc 6"	120.00	240.00
16	1	Medidor de Caudal 6"	300.00	300.00
17	3	Manifold de 6"x 1.2 mts Hierro	60.00	180.00
18	40	Codo Liso pvc 3" x 90	7.50	300.00
19	3	Codo Liso pvc 6" x 90	35.00	105.00
20	14	Codo liso pvc 2 1/2 x 45	6.50	91.00
21	14	Reductor pvc 3 x 2 1/2	6.00	84.00
22	5	Reductor pvc 4 x 3	8.50	42.50
23	4	Reductor pvc 6 x 4	15.00	60.00
24	20	Tee lisa pvc 3"	7.50	150.00
25	3	Tee lisa pvc 4"	8.50	25.50
26	3	Tee lisa pvc 6"	40.00	120.00
27	14	Adpatador Macho pvc 2 1/2	3.50	49.00
28	14	Tapon Hembra rosca 2 1/2	3.00	42.00
29	2	Reductor Buishing 1/2 x 1/4	3.00	6.00
30	2	Tubo Silicon	2.50	5.00
31	5	Pegamento 1 Gl	25.00	125.00
32	1	Instalacion	750.00	750.00
SUB TOTAL US\$				20,277.00
DESCUENTO US\$				
IVA US\$				
PRECIO TOTAL US\$				20,277.00

ELABORAR CHEQUE A NOMBRE DE : TECNORIEGOS. S.A

FORMA DE PAGO: 70% CON ORDEN DE COMPRA, 30% CONTRA ENTREGA


TIEMPO DE ENTREGA: MATERIALES TRES DIAS HABILES

VALIDEZ DE LA OFERTA: 30 DIAS

OBSERVACIONES DE LA OFERTA:

Br. Gloria Lidieth Alvarado Solano, Br. Rodolfo Rodríguez Ruiz

EQUIPO DE BOMBEO PARA EL SISTEMA DE RIEGO POR MICROASPERSION

				
PARA: GLORIA ALVARADO ATTN: EL MISMO				
Fecha: 15-Jun-12 Proforma N° ZP3-001 fax				
DE: JAVIER GAMEZ TECNORIEGOS.SA MANAGUA, NIC Email: tecnoriegos@turbonett.com.ni				
TEL: Fax: 22493221				
REFERENCIA:	COTIZACION BOMBATURBINA VERTICAL + CABEZAL DE DESCARGA			
ÍTEM #	CANT.	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNIT. US	PRECIO TOTAL US
1	1	BOMBA TURBINA VERTICAL : MODELO JM 10 - WS - 7 TAZONES -1760RPM TRABAJANDO CON 700 GPM, @ 300 ' CDT, COMPUESTA POR LOS SIGUIENTES ACCESORIOS:	12,500.00	12,500.00
	1	CABEZAL DE DESCARGA MODELO H30 DE 6", CON BASE DE 16 1/2"		
	12	TUBOS DE COLUMNA DE COLUMNA DE ACERO AL CARBON 6" X 10' CON SUS ROSCAS Y CAMISA, CLASE C 1045, CON SUS RESPECTIVAS CHUMACERAS DE BRONCE Y EMPAQUES DE HULE		
	12	EJES DE DE ACERO DE 1 3/16" X 10' CON SUS MANGAS Y COUPLING .		
	1	CUERPO DE BOMBA TURBINA VERTICAL ,CON 7 IMPULSORES , LUBRICACION DE AGUA, IMPULSORES Y BUSHING DE BRONCE, TAZONES DE HIERRO.		
	1	COLADOR CONICO DE HIERRO GALVANIZADO DE 6"		
2	1	MOTOR DE COMBUSTION IN TERNA DIESELL DE 80 HP 1800 RPM	\$8,900.00	\$ 8,900.00
3	1	BARRA CARDANICA PARA TRASMISION DE POTENCIA DE 30" CON SU PROTECTOR Y ACOPLES. 80 HP	\$560.00	\$560.00
4	1	CABEZAL DE ENGRANAJE MARCA AMARILLO 80 HP CON UN RATIO 1:1 Y FACTOR DE SERVICIO 1:5	\$3,000.00	\$3,000.00
			SUB TOTAL US\$	24,960.00
			DESCUENTO US\$	-
			SUB TOTAL US\$	24,960.00
			IVA US\$	
			PRECIO TOTAL US\$	24,960.00
ELABORAR CHEQUE A NOMBRE DE : TECNORIEGOS S.A				
DEPOSITO BANCENTRO 291-2000-29 DOLARES A NOMBRE DE : TECNORIEGOS S.A				
FORMA DE PAGO: 50% CON ORDEN DE COMPRA, 50% CONTRA ENTREGA				
TIEMPO DE ENTREGA: TRES SEMANAS				
VALIDEZ DE LA OFERTA: 30 DIAS.				
OBSERVACIONES DE LA OFERTA: EL PRECIO INCLUYE LA INSTALACION DEL EQUIPO DE BOMBEO.				

Br. Gloria Lidieth Alvarado Solano, Br. Rodolfo Rodríguez Ruiz

VALORES DE f_e SEGÚN EL TIPO DE CONEXIÓN

CONEXIÓN	ECUACIÓN
Grande	$f_e = 23.04 * di^{-1.84}$
Estándar	$f_e = 18.91 * di^{-1.87}$
Pequeña	$f_e = 14.38 * di^{-1.89}$

$f_e = m$; di = diámetro interno del lateral en mm. (Éste cuadro también se utiliza para terciarias).

Fuente: Fernando Pizarro - Riegos localizados de alta frecuencia - 3ra Ed.- España – 1996

COEFICIENTES DE CHRISTIANSEN

n	$l_o = 1$					n	$l_o = 1/2$				
	$\beta=1,75$	$\beta=1,80$	$\beta=1,85$	$\beta=1,90$	$\beta=2,00$		$\beta=1,75$	$\beta=1,80$	$\beta=1,85$	$\beta=1,90$	$\beta=2,00$
1	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2	0,650	0,644	0,639	0,634	0,625	2	0,532	0,525	0,518	0,512	0,500
3	0,546	0,540	0,535	0,528	0,518	3	0,455	0,448	0,441	0,434	0,422
4	0,497	0,491	0,486	0,480	0,469	4	0,426	0,419	0,412	0,405	0,393
5	0,469	0,463	0,457	0,451	0,440	5	0,410	0,403	0,397	0,390	0,378
6	0,451	0,445	0,435	0,433	0,421	6	0,401	0,394	0,387	0,381	0,369
7	0,438	0,432	0,425	0,419	0,408	7	0,395	0,388	0,381	0,375	0,363
8	0,428	0,422	0,415	0,410	0,398	8	0,390	0,383	0,377	0,370	0,358
9	0,421	0,414	0,409	0,402	0,391	9	0,387	0,380	0,374	0,367	0,355
10	0,415	0,409	0,402	0,396	0,385	10	0,384	0,378	0,371	0,365	0,353
11	0,410	0,404	0,397	0,392	0,380	11	0,382	0,375	0,369	0,363	0,351
12	0,406	0,400	0,394	0,388	0,376	12	0,380	0,374	0,367	0,361	0,349
13	0,403	0,396	0,391	0,384	0,373	13	0,379	0,372	0,366	0,360	0,348
14	0,400	0,394	0,387	0,381	0,370	14	0,378	0,371	0,365	0,358	0,347
15	0,397	0,391	0,384	0,379	0,367	15	0,377	0,370	0,364	0,357	0,346
16	0,395	0,389	0,382	0,377	0,365	16	0,376	0,369	0,363	0,357	0,345
17	0,393	0,387	0,380	0,375	0,363	17	0,375	0,368	0,362	0,356	0,344
18	0,392	0,385	0,379	0,373	0,361	18	0,374	0,368	0,361	0,355	0,343
19	0,390	0,384	0,377	0,372	0,360	19	0,374	0,367	0,361	0,355	0,343
20	0,389	0,382	0,376	0,370	0,359	20	0,373	0,367	0,360	0,354	0,342
22	0,387	0,380	0,374	0,368	0,357	22	0,372	0,366	0,359	0,353	0,341
24	0,385	0,378	0,372	0,365	0,355	24	0,372	0,365	0,359	0,352	0,341
26	0,383	0,376	0,370	0,364	0,353	26	0,371	0,364	0,358	0,351	0,340
28	0,382	0,375	0,369	0,363	0,351	28	0,370	0,364	0,357	0,351	0,340
30	0,380	0,374	0,368	0,362	0,350	30	0,370	0,363	0,357	0,350	0,339
35	0,378	0,371	0,356	0,359	0,347	35	0,369	0,362	0,356	0,350	0,338
40	0,376	0,370	0,364	0,357	0,345	40	0,368	0,362	0,355	0,349	0,349
50	0,374	0,367	0,361	0,355	0,343	50	0,367	0,361	0,354	0,348	0,337
60	0,372	0,366	0,359	0,353	0,342	100	0,365	0,359	0,353	0,347	0,335
80	0,370	0,363	0,357	0,351	0,340	200	0,365	0,358	0,352	0,346	0,334
100	0,369	0,362	0,356	0,350	0,338	-	-	-	-	-	-
150	0,367	0,360	0,354	0,348	0,337	-	-	-	-	-	-
300	0,365	0,359	0,353	0,346	0,335	-	-	-	-	-	-
>300	0,364	0,357	0,351	0,345	0,333	-	-	-	-	-	-

n = Número de salidas

$\beta=1,75$. Blasius, Cruciani-Margaritora

$\beta=1,786$. Scimemi

$\beta=1,80$. Iso, Veronese-Daite

$\beta=1,85$. Hazen-Williams

$\beta=1,90$. Scobey

$\beta=2,00$. Manning, Darcy-Weisbach

En la práctica se toma los siguientes valores de β :

$\beta=1,75$ para tuberías de PE

$\beta=1,80$ para tubería de PVC

$\beta=1,85-1,90$ para tubería de aluminio

ANEXO 3: CATALOGOS DE EQUIPOS Y ACCESORIOS

Dan 200 I

Dan 200 I



Microaspersor con regulación de flujo

- Compensación de flujo en un rango de presiones: 1.5 a 4.0 bar
- Ideal para el riego subarbóreo
- Adaptado especialmente para enfriamiento sobre la copa, y protección contra heladas
- Amplia gama de volúmenes de flujo y patrones de distribución
- Riego y fertigación uniformes bajo todas las condiciones topográficas del terreno
- Cabezal "pop-up" (emergente) a prueba de insectos



filtros de acero

- Resistentes a la corrosión: Su alojamiento de acero inoxidable es fabricado con ese metal de alta calidad y protegido con un revestimiento de poliéster durable.
- Métodos de lavado a chorro versátiles: Dotados de una boca de salida roscada. Las partículas que se han acumulado dentro del cilindro podrán ser arrastradas afuera por el chorro limpiador.
- Opción semiautomática: Puede ser equipado con varios dispositivos de limpieza automáticos o semiautomáticos.
- Conexiones de instalación. Obtenible en una amplia variedad de bridas de conformidad con las normas europeas (DIN), británicas (BSTD), norteamericanas (ASA) o japonesas (JIS).
- Filtros ambientales diversos. Se ofrecen cinco tipos de elementos de filtración para aplicaciones ambientales específicas, que permiten solucionar diversas clases de problemas de contaminación.



Filtro de Acero de 4", 39-42



Filtro de Acero de 2", 39-292

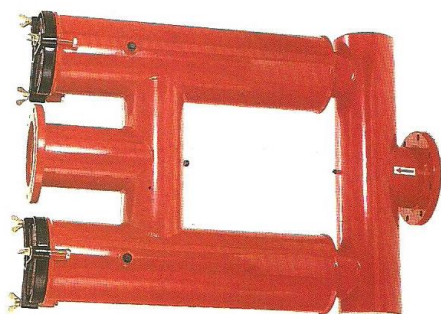
Grados de filtración disponibles (en micrones)	
Malla 2"-14"	3500, 2500, 1500, 800, 500, 300, 200, 130, 100, 80
Anillas 2"-4"	250, 180, 130, 100



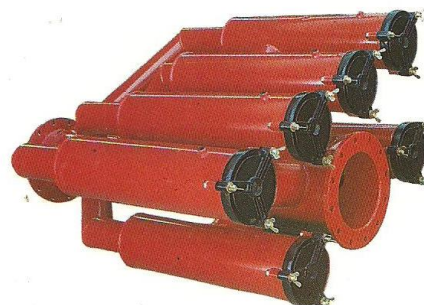
Filtro de Acero de 3", 39-390



Filtro de Acero de 6", 39-62

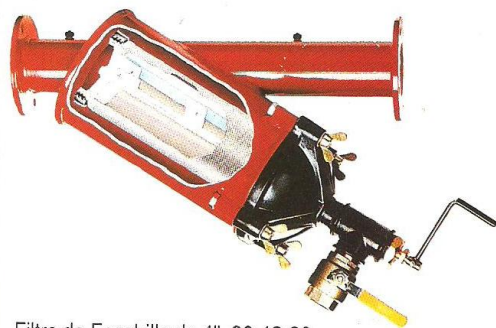


Filtro de Acero de 8", 39-82

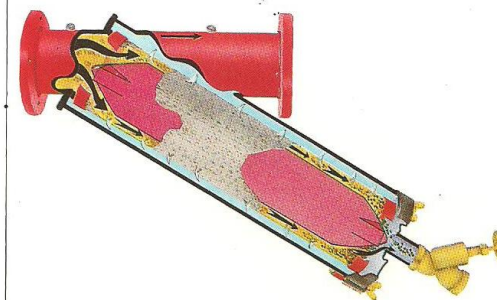


Filtro de Acero de 14", 39-142

		2"	2"	3"	3"	4"	4"	6"	8"	10"	12"	14"
Tipo de elemento		mallá	anillas	mallá	anillas	mallá	anillas	mallá	mallá	mallá	mallá	mallá
No. de Catál.		39-292	39-204	39-390	39-304	39-42	39-43	39-62	39-82	39-102	39-122	39-142
Diámetro int/ext.	mm	50	50	80	80	100	100	150	200	250	300	350
Caudal máximo	m ³ /h	25	25	50	50	80	75	160	300	500	650	1000
Superf. filtrada	cm ²	500	790	1000	1700	2140	2600	4460	8920	13380	17840	26760
Presión de oper.	bar	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Temper. de oper.	°C	60	60	60	60	60	60	90	90	90	90	90
Peso bruto	Kg	13	14	24	25	50	34	75	220	375	470	600



Filtro de Escobilla de 4", 39-42-80



Turboclean de 6", 39-6-70

Conjunto de Escobillas Limpiadoras

Para la limpieza semiautomática de filtros de 4" a 14". Consiste de escobillas de nylon y componentes de acero inoxidable. El dispositivo es enroscado en la cubierta del filtro y las escobillas son entonces insertadas dentro de la malla de acero inoxidable.

Una simple asa o manija fuera de la cubierta del filtro permite cepillar afuera las partículas que han quedado trabadas en la malla, y expelerlas del filtro. Este cepillado limpiador se realiza durante el proceso de filtrado, sin tener que interrumpir el suministro de agua.

"Turboclean" 6" - 14"

Un dispositivo que combina las ventajas de un separador de arena y un filtro de malla de acero inoxidable en una sola unidad. El "Turboclean" es instalado dentro de la malla lo que hace fluir el agua a alta velocidad, evitando de ese modo que las partículas queden sujetas en la malla. Al instalar una válvula en la boca de entrada de limpieza a chorro del filtro, se evita en la mayor parte de los casos la necesidad de abrirlo para su limpieza manual.

BERMAD Irrigation

NEW

Irrigation



BERMAD Irrigation

100 Series -hY_{flow} High Performance Valves

Water Control Solutions



BERMAD Irrigation

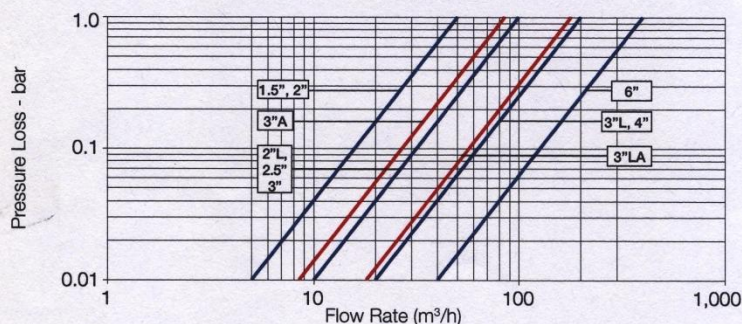


Technical Data

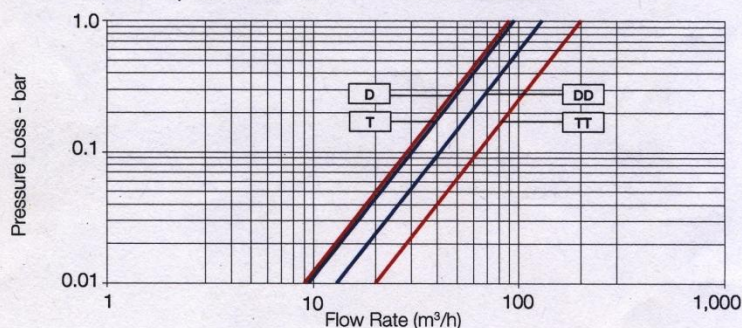
100 Series - h_Yflow

Flow Chart - Metric

100 Series, Control Valves "Y" & Angle Patterns



100 Series, Control Valves 3" "T" & Dual Patterns



Flow Properties

Sizes DN	40	50	50L	65	80	80	80	80	80	80	80L	80L	100	150
Pattern	Y	Y	Y	Y	Y	A	T	TT	D	DD	Y	A	Y	Y
							One side	Two sides	One side	Two sides				
KV	50	50	100	100	100	85	95	130	90	200	200	190	200	400

Technical Specifications

Available Patterns & Sizes:

DN: 40, 50, 50L, 65, 80, 80L, 100 & 150

Available End Connections:

Threaded: Female BSP-T/NPT DN: 40, 50, 50L, 80 & 80L

Male BSP-F DN: 50, 65

Flanged: DN: 80, 80L, 100 & 150

Plastic or metal "Corona" with elongated slots enable meeting diverse flange standards ISO PN10, ANSI 125, JIS 10K

Pressure Rating: 10 bar**Operating Pressure Range:** 0.5-10 bar**Temperature Range:** Water up to 80°C

Standard Materials:

- Body, Cover and Plug: Glass-Filled Nylon
- Diaphragm: NBR [Buna-N], Nylon Fabric Reinforced
- Seals: NBR [Buna-N]
- Spring: Stainless Steel
- Cover bolts DN: 40, 50, 50L, 65 & 80



BERMAD Irrigation

**100 Series - hYflow**

100 Series hYflow

High Performance Plastic Hydraulic Control Valves

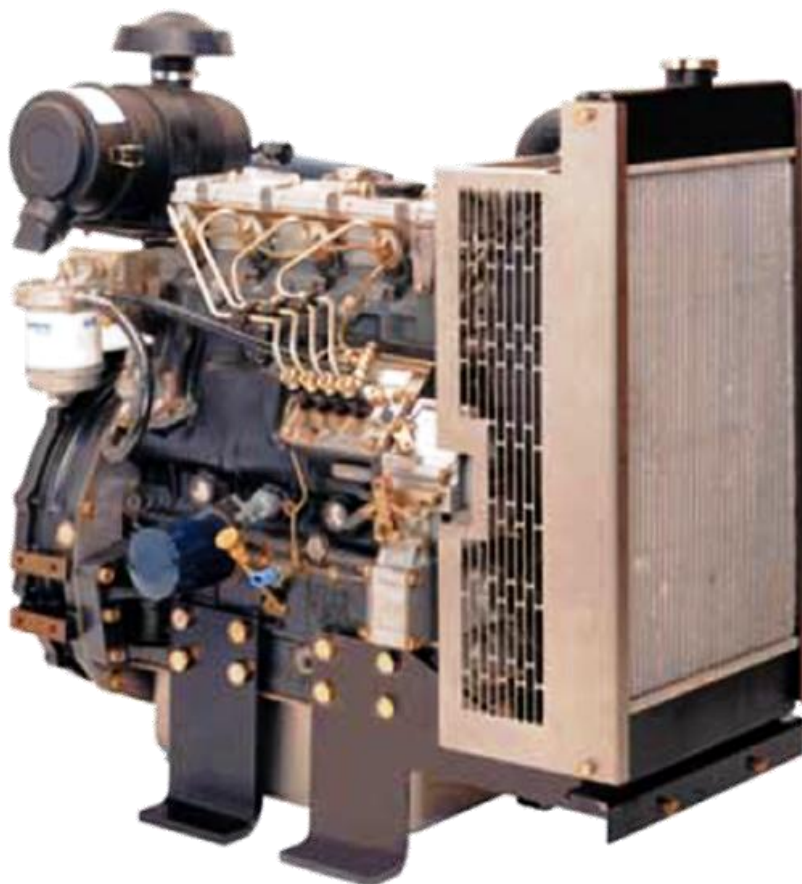
Features and Benefits

- **Durable industrial grade** valve design and construction uses glass-filled Nylon material to **meet rough service conditions**.
- **Ultra-high flow capacity** with minimal pressure loss.
- **Designed for service on a wide range of pressure and flow conditions**, from dripping to maximum flow.
- Simple design with few parts **guarantees easy in-line inspection and service**.
- **Positive guided valve plug** provides **accurate motion and smooth regulation**. Avoids chattering and slamming closed.
- **Versatile end connections** allow mix of different sizes and connection types. Female thread, Flanged or PVC 'Slip-on' Glue or Grooved adapter (as add-on option).
- **Articulated flange connections isolate** the valve from line bending and pressure stresses



MOTOR PERKINS

Motor Diesel Perkins 404C-22G



✓ Características del MOTOR

- MARCA: Perkins
- FABRICANTE: Perkins.

Inglés

- MODELO: 404C-22G
- TIEMPOS: 4
- TIPO: Diesel industrial
- CILINDROS: 4 en línea
- CILINDRADA: 2.2 litros
- RPM: 1800
- MÁXIMA POTENCIA

CONTINUA AL VOLANTE: 24.3 KW (32.6 HP)

- ASPIRACIÓN: Natural
- RECORRIDO (MM): 84 x

100

- RELACIÓN

COMPRESIÓN: 23.3:1

- GOBERNADOR:

Mecánico, clase AI

- FILTRO DE AIRE: Seco con elemento reemplazable

- VELOCIDAD DEL PISTÓN: 7.62 mts/segundo

- SISTEMA DE LUBRICACIÓN: Por presión, 10.6 litros, filtro
- TIPO DE ACEITE REQUERIDO: API CD 15 W-40
- COMBUSTIBLE: Diesel
- ENCENDIDO: Por batería 12 V, alternador de carga
- ENFRIAMIENTO: Radiador de 6.98 litros, bombas de agua tipo centrífuga, termostato.
- SILENCIADOR: Industrial
- NIVEL DE RUIDO: 91 dbs
- CONSUMO COMBUSTIBLE: A 100% de carga 1.9 gal/hora
- TIPO DE ACOPL: Sae 4, disco 7.5

ANEXO 4: TABLAS EVALUACIÓN FINANCIERA

➤ Datos del aspecto técnico

Tabla 1: Tamaño de los sub bloques en el SAF

Sub bloque agroforestal	38.4 x 22.4	860.16	m ²
Cantidad de Sub bloques		7	
Bloque		6021.12	m ²

Tabla 2: Marcos de plantación y densidad de siembra por sub-bloque en el SAF

Tipificación del sistema agroforestal. Sub bloque agroforestal			
Especie	Distancia (m)	Plantas por sub-bloque	Plantas por Mz
Plátano entre surco entre surco y surco	0.85 x 1	296	2072
	6.4		
Cacao	3.2 x 3.2	99	693
Caoba	12.8 x 12.8	6	42
Melina	12.8 x 12.9	6	42
Laurel	12.8 x 12.10	6	42

Tabla 3: Superficie definida para el callejón y cortina rompe viento por sub-bloque

Callejón y cortina rompe viento	425.6	m
Superficie	1000.16	m ²

Tabla 4: Marcos de plantación y densidad de siembra de las especies forestales en cortina rompe viento

Tipificación del sistema agroforestal. Cortina rompe viento			
Especie	Distancia (m)	Plantas por bloque	Plantas por Mz
Caoba	16	8	20
Melina	16	9	21
Laurel	16	9	21

Tabla 5: Densidad de siembra por manzana en el SAF

Bloque		
Total área	7021.28	m ²
Plantas de plátano	2072	
Plantas de cacao	693	
Especies maderables	188	
Mz por bloques	5	
Plátano		
Producción por planta	35	unidades
Calidad		
Primera	40%	
Segunda	35%	
Tercera	25%	

➤ Estimación de producción anual de los cultivos

Tabla 6: Producción anual de plátano en el SAF

Estimación de producción anual de plátano (unidades)					
Descripción	Plantas/área	% de pérdida	Platas productivas	Cosecha por planta	Producción total
Bloque 1					
Cosecha 1. A	10,360	10%	9,324	38	354,312
Cosecha 1. B	10,360	10%	9,324	35	326,340
Bloque 2					
Cosecha 2. A	10,360	10%	9,324	36	335,664
Cosecha 2. B	10,360	10%	9,324	33	307,692
Bloque 3					
Cosecha 3. A	10,360	10%	9,324	36	335,664
Cosecha 3. B	10,360	10%	9,324	33	307,692

Tabla 7: Estimación de la variación porcentual de las cosechas en el cultivo de plátano

Cosecha	6	meses
Variación porcentual		
Inicio	20%	
Pico	50%	
Final	30%	

Tabla 8: Producción anual de plátano por bloque en el SAF

Producción de plátano anual por bloque (unidades)					
Descripción	2013	2014	2015	2016	2017
Bloque 1					
Cosecha 1. A	248,018	460,606			
Cosecha 1. B			326,340	326,340	
Bloque 2					
Cosecha 2. A		402,797	268,531		
Cosecha 2. B			215,384	400,000	
Bloque 3					
Cosecha 3. A		335,664	335,664		
Cosecha 3. B				369,230	246,154
Total	248,018	1199,066	1145,920	1095,570	246,154

Tabla 9: Volumen de producción de plátano anual

Volumen de producción plátano (unidades)					
Calidad	2013	2014	2015	2016	2017
Primera	99,207	479,627	458,368	438,228	98,461
Segunda	86,806	419,673	401,072	383,450	86,154
Tercera	62,005	299,767	286,480	273,893	61,538
Total	248,018	1199,066	1145,920	1095,570	246,154

Tabla 10: Precio estimado para la comercialización de plátano en el mercado nacional

Precio para comercialización del plátano (C\$/unidad)					
Calidad	2013	2014	2015	2016	2017
Primera	2.40	2.45	2.50	2.60	2.70
Segunda	1.80	1.83	1.85	1.82	2.00
Tercera	1.50	1.55	1.57	1.52	1.75

Tabla 11: Estimación de la cosecha de cacao en el SAF

Estimación de la cosecha de cacao del SAF			
Descripción	Rendimiento (qq/Mz)	Área (Mz)	Producción total (qq)
Año 2			10
Bloque 1	2	5	10
Año 3			80
Bloque 1	6	5	30
Bloque 2	6	5	30
Bloque 3	4	5	20
Año 4			160
Bloque 1	12	5	60
Bloque 2	12	5	60
Bloque 3	8	5	40
Año 5			240
Bloque 1	18	5	90
Bloque 2	18	5	90
Bloque 3	12	5	60

Tabla 12: Estimación de la calidad del cultivo de cacao en el SAF

Calidad	
Bien fermentado	53%
Semi fermentado	26%
Corriente	21%

Tabla 13: Volumen de producción de cacao anual en el SAF

Volumen de producción cacao (qq)					
Calidad	2013	2014	2015	2016	2017
Bien fermentado			47.7	84.8	127.2
Semi fermentado			23.4	41.6	62.4
Corriente			18.9	33.6	50.4
Total			90	160	240

Tabla 14: Precio estimado para la comercialización de cacao

Precio de referencia para negociación de cacao (C\$/qq)					
Calidad	2013	2014	2015	2016	2017
Bien fermentado	2,940.00	3,087.00	3,241.35	3,403.42	3,573.59
Semi fermentado	2,310.00	2,425.00	2,546.78	2,674.11	2,807.82
Corriente	1,836.00	1,868.00	1,896.15	1,919.85	1,939.05

➤ **Presupuesto estimado de insumos y semillas para el establecimiento del Sistema Agroforestal**

Tabla 15: Presupuesto estimado de preparación del terreno para el establecimiento del SAF

Presupuesto de preparación de terreno		
Descripción	Unidad de medida	Costo unitario (C\$)
Arado	Mz	800.00
Gradeado	Mz	800.00
Trazado de curvas a nivel	glb	1,500.00
Total		3,100.00

Tabla 16: Presupuesto estimado para mano de obra temporal para el establecimiento del cultivo de plátano

Presupuesto de mano de obra temporal establecimiento plátano		
Descripción	Unidad de medida	Costo unitario (C\$)
Aplicación de Counter	Jornal	80.00
Cosecha de plátano	Jornal	80.00
Siembra de plátano	Jornal	80.00
Acido amónico	Jornal	80.00
Control de plaga y enfermedades	Jornal	80.00
Curado de semilla	Jornal	80.00
Fertilización	Jornal	80.00
Fertilización foliar	Jornal	80.00
Hoyado	Jornal	80.00
Total		

Tabla 17: Presupuesto de insumos para el establecimiento del cultivo de plátano

Presupuesto de insumos establecimiento plátano		
Descripción	Unidad de medida	Costo unitario (C\$)
Semillas de plátano	unidad	4.00
Enraizadores	gl	420.00
Regulador de PH	gl	350.00
Quelatado	gl	280.00
Engordador	kg	510.00
Counter	kg	45.00
Insecticida fungicida (curado semilla)	kg	540.00
Completo soluble	kg	828.00
Insecticida fungicida	lt	220.00
Potasio	qq	850.00
Completo NPK	qq	700.00
Urea	qq	500.00
Bolsa	unidad	0.50
Total		

Tabla 18: Presupuesto mano de obra temporal para el establecimiento de especies forestales

Mano de obra temporal Forestal		
Descripción	Unidad de medida	Costo unitario (C\$)
Hoyado para maderable	jornal	80.00
Siembra de forestal	jornal	80.00
Total		

Tabla 19: Costo unitario de las especies forestales

Insumos y semilla Forestal		
Descripción	Unidad de medida	Costo unitario (C\$)
Plantas maderable	Plantas	15.00
Total		

Tabla 20: Presupuesto de mano de obra temporal para el establecimiento del cultivo de cacao

Mano de obra temporal Cacao		
Descripción	Unidad de medida	Costo unitario (C\$)
Hoyado para cacao	jornal	80.00
Siembra de cacao	jornal	80.00
Poda de formación	jornal	80.00
Poda de mantenimiento	jornal	80.00
Poda sanitaria	jornal	80.00
Regulación sombra de cacao	jornal	80.00
Cáseo y encalado de raíz	jornal	80.00
Fertilización de caldos minerales (9)	jornal	80.00
Fertilización de macro-elementos (3)	jornal	80.00
Control de monilia (90)	jornal	80.00
Total		

Tabla 21: Costo unitario de mano de obra para la cosecha de cacao

Cosecha de Cacao		
Descripción	Unidad de medida	Costo unitario (C\$)
Cosecha año 1	jornal	80.00
Cosecha año 2	jornal	80.00
Cosecha año 3	jornal	80.00
Total		

Tabla 22: Costo unitario de mano de obra para el beneficio del cacao

Beneficiado de Cacao		
Descripción	Unidad de medida	Costo unitario (C\$)
Cosecha año 1	jornal	80.00
Cosecha año 2	jornal	80.00
Cosecha año 3	jornal	80.00
Total		

Tabla 23: Presupuesto de insumos y semilla para el establecimiento del cultivo de cacao

Insumos y semilla de Cacao		
Descripción	Unidad de medida	Costo unitario (C\$)
Plantas de cacao	plantas	33.00
Enraizador	gl	420.00
Regulador de PH	gl	350.00
Pasta sulfocalcica	paquete	150.00
Cal agrícola	qq	85.00
Azufre	qq	300.00
Oxicloruro de cal	qq	85.00
Magnesio	kg	300.00
Cobre	kg	300.00
Urea	qq	500.00
Completo 20-20-20	qq	650.00
Compra de sacos	unidad	5.00
Total		

➤ **Calculo de la depreciación**

Tabla 24: Determinación de la depreciación de la infraestructura para agua

Depreciación de Infraestructura para agua				
Descripción	Valor de compra (US\$)	Vida útil (n)	Valor de rescate	Depreciación (US\$)
Pozo artesiano	10,000.00	30	0	333.33
Equipo de bombeo	24,960.00	10	0	2,496.00
Total				2,829.33
Depreciación de sistema de riego				
Descripción	Valor de compra (US\$)	Vida útil (n)	Valor de rescate	Depreciación (US\$)
Sistema de riego	20,277.00	5	0	4,055.40
Total				4,055.40

Tabla 25: Determinación de la depreciación de herramientas

Depreciación de herramientas				
Descripción	Valor de compra (US\$)	Vida útil (n)	Valor de rescate	Depreciación (US\$)
Machete	14.41	2	0	7.21
Azadón	23.58	2	0	11.79
Pico	23.58	2	0	11.79
Pala	20.96	2	0	10.48
Carretilla	65.5	2	0	32.75
Regadera	11.35	2	0	5.68
Rastrillo	8.73	2	0	4.37
Bomba	148.47	2	0	74.24
Total				158.29

Depreciación de otras inversiones				
Descripción	Valor de compra (US\$)	Vida útil (n)	Valor de rescate	Depreciación (US\$)
Torres de vigilancia	2,000.00	10	0	200.00
Cercas 3,350 m	5,025.00	5	0	1,005.00
Total				1,205.00

Tabla 26: Determinación de la depreciación de los equipos para cosecha

Depreciación de equipo para cosecha				
Descripción	Costo total (US\$)	Vida útil (n)	Valor de rescate	Depreciación (US\$)
Machete corto	14.16	3	0	4.72
Escalera tipo A	114.85	3	0	38.28
Balde	51.50	3	0	17.17
Tijeras para podar	37.08	3	0	12.36
Cortador de ramas altas (Gavilana)	59.36	3	0	19.79
Tijeras para cortar	20.09	3	0	6.70
SERRUCHO para cortar	41.03	3	0	13.68
Navajas para cortar	21.63	3	0	7.21
Cajón fermentador	257.51	3	0	85.84
Cajas para el secado	171.67	3	0	57.22
Zarandas	343.35	3	0	114.45
Pala para remover	25.75	3	0	8.58
Total	1,157.98			385.99

ANEXO 5: RESULTADO DE ANÁLISIS DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION
Departamento de Ingeniería Agrícola
LABORATORIO DE EDAFOLOGIA

RESULTADOS DE ANALISIS FISICO DE SUELO

Nombre: Gloria Alvarado **Fecha de muestreo:** 10/02/12 **Nombre del lugar de muestreo:** Finca Las Tres Flores
Localidad: El Timal **Municipio:** Tipitapa **Departamento:** MANAGUA
Tipo de muestra: Alterada.

ANALISIS

Fecha de ingreso: 13/02/2012 **Fecha de análisis:** 22/02/2012

Ítem	Código	Identificación	Cc (%)	PMP (%)	Da (gr/cm ³)	Dr (gr/cm ³)	Textura Bouyoucos			
							% Ar	%L	%A	
1	01	Finca Las Tres Flores	26	15	1.31	2.15	54	13	33	Arcilloso

NOTA: Cc (Capacidad de Campo), PMP (Punto de Marchitez Permanente), Da (Densidad Aparente), Dr (Densidad Real).


Ing. Aldo Alvarado Munguía
Jefe Dpto. Ingeniería Agrícola




Ing. Víctor Zepeda Guevara
Administrador FTC



Br. Gloria Lidieth Alvarado Solano, Br. Rodolfo Rodríguez Ruiz



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION
Departamento de Ingeniería Agrícola
LABORATORIO DE EDAFOLOGIA

RESULTADOS DE ANALISIS FISICO DE AGUA

Nombre: Gloria Alvarado **Fecha de muestreo:** 10/02/12 **Nombre del lugar de muestreo:** Finca Las Tres Flores
Localidad: El Timal **Municipio:** Tipitapa **Departamento:** MANAGUA
Tipo de fuente: POZO

ANALISIS

Fecha de ingreso: 13/02/2012 **Fecha de análisis:** 14/02/2012

Ítem	Código	Identificación	pH	CE (mmhos/cm)
1	01	Finca Las Tres Flores	6.67	0.286
Nota: CE (Conductividad Eléctrica del agua)				

Ing. Aldo Alvarado Munguía
Jefe Dpto. Ingeniería Agrícola



Ing. Víctor Zepeda Guevara
Administrador FTC



Br. Gloria Lidieth Alvarado Solano, Br. Rodolfo Rodríguez Ruiz